Física e introducción a la Biofísica
UBA-CBC

Unidad 1 - Mecánica
Unidad 2 - Fluidos

Edición 2020

Problemas y ejercicios

Muchos de los problemas y ejercicios propuestos en esta guía fueron seleccionados de la edición del libro *Física e introducción a la Biofísica UBA-CBC 2003*. En esta nueva guía se agregan problemas extraídos de la base de problemas tomados en antiguos exámenes cuyos autores fueron los profesores miembros del plantel docente actual y pasado de la Cátedra de Física del CBC. También se han incorporado numerosas actividades elaboradas especialmente para esta guía cuyo contenido se ajusta al programa de la materia *Física e introducción a la Biofísica UBA-CBC.*

Selección, reordenamiento, reelaboración y redacción de nuevos ejercicios
Sergio Aricó, María Inés Braga Menéndez, Carmelo Randazzo, Cristian Rueda, Cecilia Sobico.

Coordinación general
Jorge Sztrajman

Diseño editorial
Cecilia Sobico

Para obtener información acerca del funcionamiento de la Cátedra de Física del CBC consulte en el sitio de internet:

http://wp.fisicacbc.org

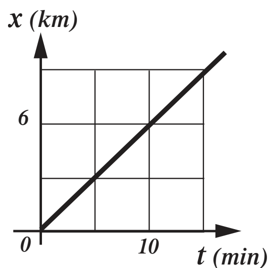
Universidad de Buenos Aires

Ciclo Básico Común

Unidad 1
Mecánica

Cinemática

1- Un móvil se desplaza en forma rectilínea de acuerdo al siguiente gráfico de posición en función del tiempo.



a) Describa su movimiento.

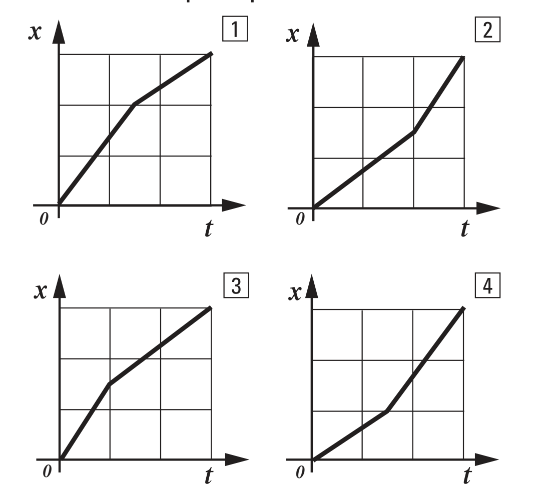
b) ¿Con qué velocidad se desplaza? Exprésela en km/h y m/s. Grafique *v(t)*.

c) ¿Dónde se hallará a las 2 horas? ¿Cómo supone que debe ser el movimiento durante esas dos horas?

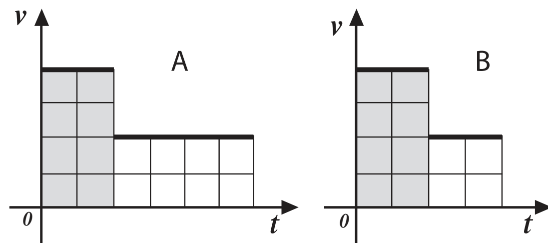
d) ¿En qué instante estará a 18 km del origen de coordenadas?

2- Un ciclista que viaja en una trayectoria rectilínea recorre la primera mitad de su camino a 40 km/h y la otra a 20 km/h. Despreciando el tiempo empleado en variar la velocidad,

a) ¿cuál de los siguientes gráficos de posición en función del tiempo representa el movimiento?



b) ¿cuál de los siguientes gráficos de velocidad en función del tiempo representa el movimiento?

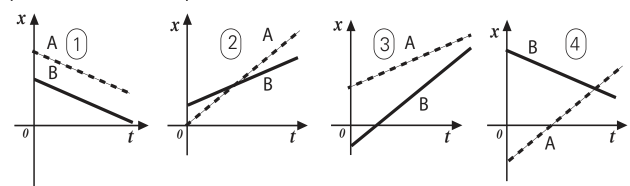


c) El otro gráfico de *v(t)*, ¿con cuál de los gráficos *x(t)* se corresponde? Describa la situación correspondiente a estos gráficos.

d) Observando las áreas bajo los respectivos gráficos de *v(t)* analice la veracidad o falsedad de la siguiente expresión de la velocidad media:

$v_m = (v_1 + v_2)/2$

3- Los gráficos posición en función del tiempo corresponden a dos móviles que se desplazan en una misma ruta recta: A (en línea punteada) y B (en línea llena).



3.1- Dadas las siguientes proposiciones, indique a qué gráficos *x(t)* corresponde cada una:

a) Ambos móviles se desplazan en el mismo sentido y A va más rápido que B.

b) Ambos móviles se desplazan en el mismo sentido y B va más rápido que A.

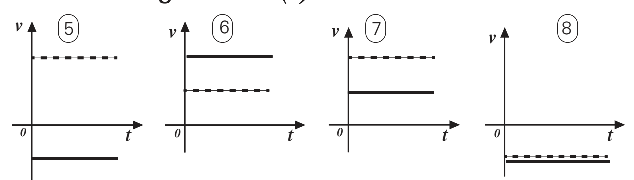
c) Ambos móviles se desplazan en el mismo sentido y con la misma velocidad.

d) Ambos móviles se desplazan en sentido contrario y A va más rápido que B.

e) El móvil A se desplaza en sentido opuesto al sentido adoptado como positivo en el sistema de referencia elegido.

f) El móvil B se desplaza en sentido opuesto al sentido adoptado como positivo en el sistema de referencia elegido.

3.2- Dados los siguientes gráficos de velocidad en función del tiempo, indique la correspondencia con los gráficos *x(t)* anteriores.



4- Un corredor recorre 500 metros llanos en 80 segundos. Al llegar al extremo del recorrido se detiene durante diez segundos y retorna por el mismo camino en 100 segundos. La velocidad puede considerarse constante durante cada tramo y se desprecia el tiempo empleado en cambiar la velocidad.

Elija un sistema de referencia y:

a) Grafique la posición del corredor en función del tiempo, desde que sale hasta que vuelve.

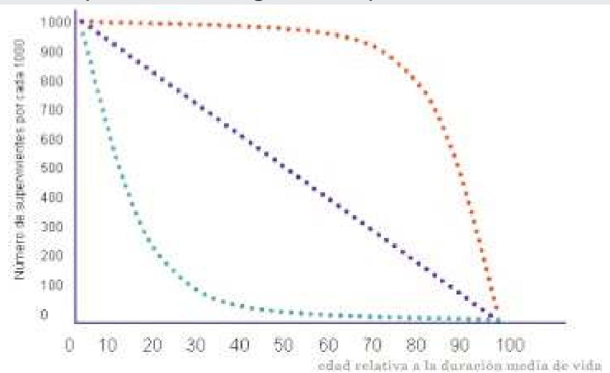
b) ¿Cuánto vale la velocidad a la ida? ¿Cuánto vale la velocidad a la vuelta?

c) Grafique la velocidad del corredor en función del tiempo para todo el recorrido.

d)¿Dónde se hallará el corredor a los 40, a los 85 y a los 125 segundos después de la partida?

5- En las siguientes curvas de supervivencia se representa el número de supervivientes para una población de mil individuos en función de la edad (relativa a la duración media de vida).

Identifique en el gráfico a las curvas I, II y III descriptas en los siguientes párrafos.

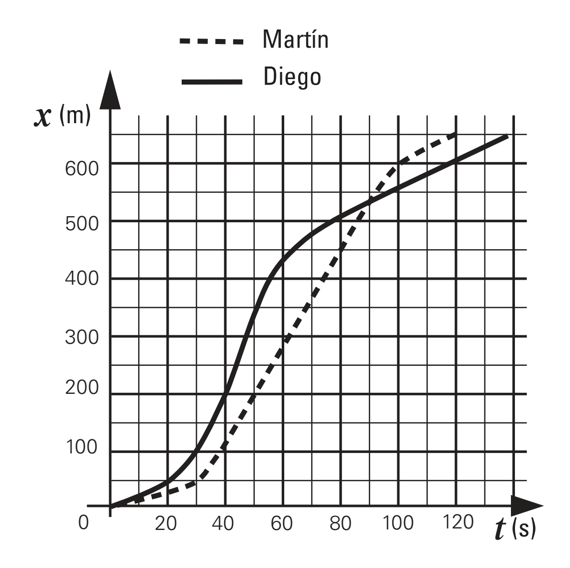


Curva tipo I: los organismos representados por esta curva se caracterizan por tener una probabilidad de muerte constante a lo largo de la vida. Ciertas plantas y animales se ajustan a este gráfico.

Curva tipo II: los organismos representados por esta curva son aquellos que tienen una baja mortalidad al nacer y durante las primeras etapas de la vida. La probabilidad de morir aumenta progresivamente en las etapas finales. A este tipo de curva de supervivencia pertenecen los seres humanos de los países desarrollados, donde la mortalidad es muy baja luego del nacimiento, en la infancia y en la juventud.

Curva tipo III: Es distintiva de aquellos organismos que tienen una gran descendencia inicial acompañada de alta mortalidad. Luego la mortalidad desciende y aumenta la probabilidad de sobrevivir. Muchos peces responden a este tipo de características.

6- Diego y Martín compiten en una carrera de 600 m. El gráfico posición- tiempo para ambos es el siguiente:



Responda, justificando:

a) Si ambos parten desde el mismo punto.

b) Quién gana y dónde está el otro en ese instante.

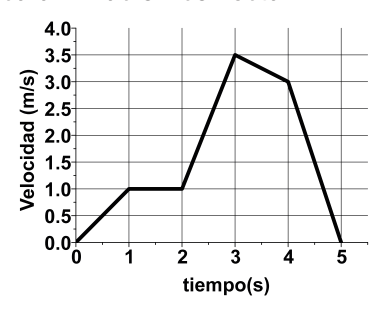
c) Si alguno se detiene al llegar a la meta.

d) Calcule la velocidad media que desarrolla cada uno durante toda la carrera hasta llegar a la meta.

e) Quién alcanza una velocidad instantánea mayor y cuál es dicha velocidad.

f) Grafique v vs t para uno de ellos a elección (en los tramos acelerados considere que la aceleración es constante).

7- En la figura se representa la velocidad en función del tiempo de un objeto. Indique cuál es la única afirmación correcta:



- ☐ La aceleración entre 0 s y 1 s es mayor que entre 2 s y 3 s.
- ☐ El objeto se desplaza más entre los 3 s y 4 s que entre los 2 s y 3 s.
- ☐ Entre 0 s y 5 s la velocidad media es cero.
- ☐ En el primer segundo avanza y en el último retrocede.
- ☐ Entre 1 s y 2 s el objeto no se desplaza.
- ☐ A los 5 s el objeto está en la posición inicial.

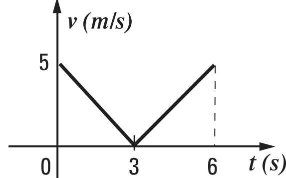
8- Un automóvil parte del reposo, se mueve con aceleración constante y alcanza una velocidad de 100 km/h en 10 segundos.

a) ¿Qué aceleración tiene el automóvil? Grafique la aceleración en función del tiempo.

b) Grafique la velocidad en función del tiempo. ¿Cuál es su velocidad al cabo de cinco segundos?

c) Grafique la posición en función del tiempo; indique la posición a los 5 y a los 10 segundos de la partida. ¿Cuál es la relación entre estas dos posiciones? Compare cuánto recorre en los primeros 5 segundos con lo que recorre en los siguientes 5 segundos.

9- El gráfico representa la velocidad en función del tiempo de un móvil que se desplaza con movimiento rectilíneo.

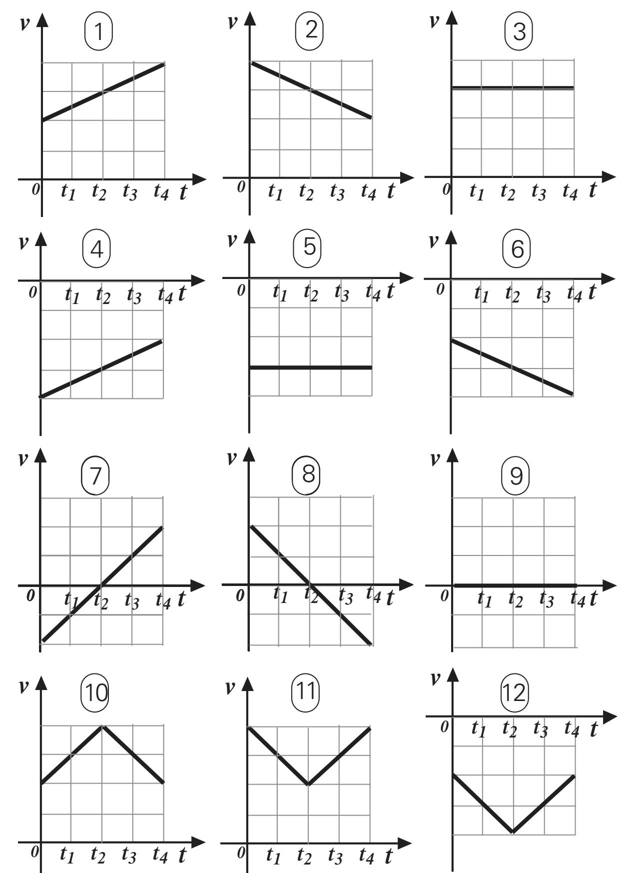


a) Grafique la aceleración en función del tiempo correspondiente.

b) Elija un origen del sistema de referencia y grafique la posición en función del tiempo.

c) Invente una historia que se ajuste a los gráficos realizados.

10- Los siguientes gráficos representan la velocidad en función del tiempo para distintos móviles que en t = 0 están en el origen de coordenadas. El sentido positivo del sistema de referencia es hacia la derecha.



10.1- Indique cuáles son los móviles que entre t_0 y t_4:

a) se mueven siempre hacia la derecha.

b) se mueven siempre hacia la izquierda.

c) se mueven primero hacia la derecha y luego hacia la izquierda.

d) se mueven primero hacia la izquierda y luego hacia la derecha.

e) siempre disminuyen su rapidez.

f) siempre aumentan su rapidez.

g) primero disminuyen su rapidez y luego la aumentan.

h) primero aumentan su rapidez y luego la disminuyen.

i) en t_4 están más distantes del origen, hacia la derecha.

j) en t_4 están más distantes del origen, hacia la izquierda.

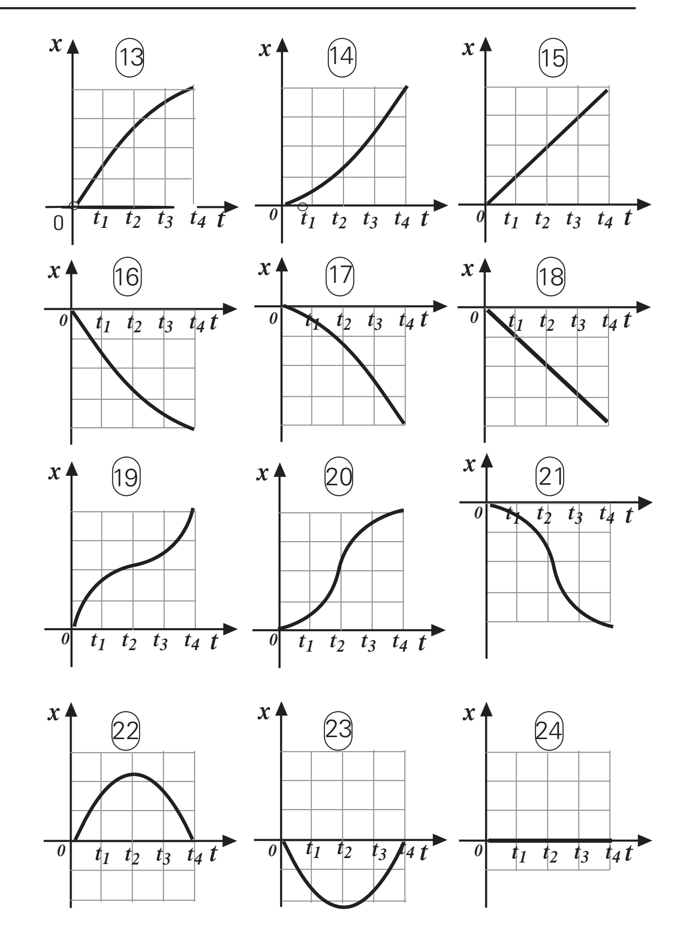
k) en t_4 están en el origen.

l) Se mueven con MRU.

10.2- Indique qué móviles tienen la misma velocidad media en el intervalo entre t =0 y t_4.

10.3- Grafique cualitativamente la aceleración en función del tiempo $a(t)$ para cada móvil.

10.4- Los siguientes gráficos representan la posición en función de tiempo correspondientes a los doce móviles mencionados anteriormente. Indique la correspondecia entre los gráficos $v(t)$ y $x(t)$.



11- Un móvil recorre dos tramos rectilíneos sucesivos. El primer tramo, de 200 m, lo hace a una velocidad constante de 10 m/s. El segundo tramo lo hace en forma uniformemente variada, triplicando la velocidad que tenía, en un intervalo de 10 segundos.

a) Grafique la velocidad en función del tiempo.

b) Calcule la velocidad media para cada tramo y para el recorrido total.

c) Grafique la aceleración y la posición en función del tiempo.

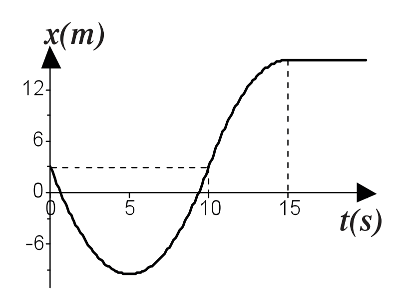
12- Al sobrepasar a una motociclista, un automovilista se da cuenta que se trata de un amiga e instantáneamente (se desprecia el tiempo de reacción) aplica los frenos. Toda la información está contenida en el gráfico de velocidad en función del tiempo, en el que se activó el cronómetro en el instante en el que el auto sobrepasa a la moto.

v(km/h)
90
auto
moto
54
0
4
t(s)

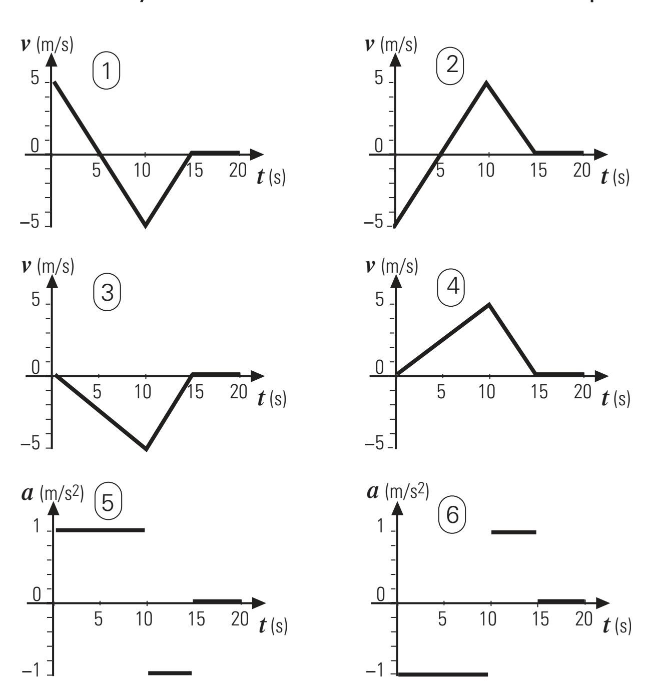
Indicar cuál es la única opción correcta.

- ☐ Los móviles se encuentran a los 4 segundos.
- ☐ Los móviles se mueven en sentido contrario.
- ☐ La moto está detenida y el auto retrocede.
- ☐ Los móviles se encuentran luego de haber recorrido 80 m.
- ☐ Los móviles se encuentran a los 8 segundos.
- ☐ En t = 4 s la moto está adelante del auto.

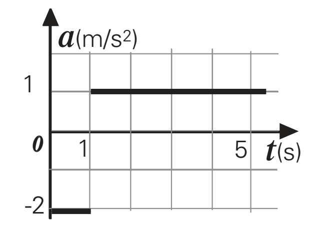
13- El gráfico muestra la posición de un cuerpo que realiza un movimiento unidimensional en función del tiempo. Las curvas en los intervalos temporales [0 s,10 s] y [10 s, 15 s] son arcos de parábolas.



Diga qué par de gráficos corresponden a su velocidad y a su aceleración en función del tiempo.



14- Un cuerpo que se mueve en un camino rectilíneo en el sentido positivo del eje x pasa, en t = 0 s, por por la posición x = 5 m con una velocidad v = 2 m/s .



Su gráfico de aceleración en función del tiempo se muestra en la figura.

a) Calcule la velocidad del móvil en t = 5 s.

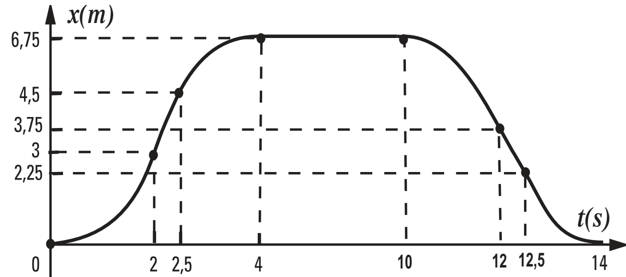
b) Grafique $v(t)$.

c) Calcule la posición del móvil en t = 5 s.

d) Averigüe si el móvil invierte su sentido de movimiento.

e) Grafique $x(t)$.

15- En el gráfico se representa la posición en función del tiempo de un ascensor. El sistema de referencia tiene su origen en planta baja y sus sentido positivo es hacia arriba.



a) Si el ascensor sigue una trayectoria recta, ¿cómo es posible que su gráfico $x(t)$ sea una curva?

b) ¿Dónde estaba el ascensor a los 2 segundos?

c) ¿En qué intervalo de tiempo ascendió? Mientras ascendió, ¿lo hizo siempre del mismo modo, o a veces lo hizo más rápido y a veces más lento? Justifique.

d) Ídem c) para el movimiento de descenso.

e) ¿En qué intervalo de tiempo estuvo detenido?

f) ¿En qué intervalos su velocidad fue constante?

g) Calcule la máxima rapidez alcanzada.

h) Grafique la velocidad en función del tiempo, (en los tramos acelerados considere que la aceleración es constante).

i) ¿En qué intervalo la velocidad es positiva? ¿En qué intervalo negativa? ¿Qué significa?

j) ¿Qué significado físico tiene el área bajo la curva $v(t)$? Haciendo uso de eso, calcule la posición del ascensor a los 11 segundos.

k) Grafique la aceleración del ascensor en función del tiempo.

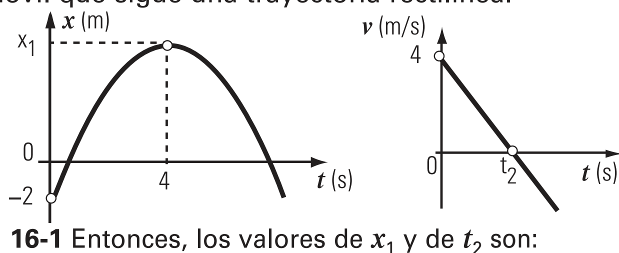
l) ¿En qué intervalos la aceleración es positiva? ¿En cuáles es negativa?

m) ¿Cómo puede conocer el signo de la aceleración mirando el gráfico $x(t)$? ¿Y si mira solo el gráfico $v(t)$?

n) ¿En qué intervalos el ascensor aumenta su rapidez? ¿En cuales disminuye su rapidez? Justifique.

ñ)¿Qué significado físico tiene el área bajo la curva $a(t)$? Haciendo uso de esto, calcule la velocidad del ascensor a los 3 segundos.

16- Los gráficos siguientes representan la posición y la velocidad en función del tiempo de un móvil que sigue una trayectoria rectilínea.



16-1 Entonces, los valores de x_1 y de t_2 son:

☐ 4 m y 4 s. ☐ 8 m y 4 s ☐ 16 m y 8 s.
☐ 4 m y 8 s. ☐ 6 m y 4 s.
☐ Falta conocer la aceleración para determinarlo.

16-2 ¿Los gráficos anteriores pueden corresponder a un tiro vertical hacia arriba en el vacío (en ausencia de aire)?

17- Un objeto es arrojado verticalmente hacia arriba desde la terraza de un edificio, alcanza cierta altura y regresa al punto de partida al cabo de 10 s. Desprecie la resistencia del aire y considere como sistema de referencia un eje vertical con sentido positivo hacia arriba. Indique cuáles de las siguientes afirmaciones son correctas:

a. El desplazamiento en el primer segundo es el mismo que el desplazamiento en el último segundo.

b. En el primer segundo recorrió la misma distancia que en el último segundo.

c. A los 3 segundos se encontraba a la misma altura que a los 7 segundos.

d. Al ascender su rapidez disminuye y al descender aumenta.

e. Al alcanzar su altura máxima la velocidad y la aceleración son nulas.

f. En el último segundo de subida asciende 5 m.

18- Un proyectil se lanza desde el piso verticalmente hacia arriba con una velocidad inicial de 30 m/s. Se desprecia el rozamiento con el aire.

a) Grafique $a(t)$.

b) Grafique la velocidad en función del tiempo.

c) Calcule la altura máxima.

d) Calcule la velocidad con la que llega al piso.

19- Una piedra cae libremente partiendo del reposo desde una altura de 45 m respecto del piso.

a) ¿Cuál es su velocidad dos segundos después de la partida?

b) Grafique la velocidad en función del tiempo.

c) ¿A qué altura está 2 s después de la partida?

20- Responda verdadero o falso y justifique.

a) En el vacío no hay gravedad.

b) En un tiro vertical hacia arriba, el movimiento es primero desacelerado y luego acelerado, entonces la aceleración cambia de signo.

c) Si se sueltan una pluma y una piedra dentro de un tubo en cuyo interior se hizo vacío ambos objetos caen a la par.

d) Hay casos en que la velocidad es cero y la aceleración es distinta de cero.

e) En un tiro vertical hacia arriba, en la mitad del tiempo que tarda en subir llega a la mitad de la altura máxima.

f) En un tiro vertical hacia arriba, en la mitad del tiempo que tarda en subir, tiene la mitad de la velocidad inicial.

g) En un tiro vertical hacia arriba desde el suelo, el vector velocidad inicial es igual al vector velocidad cuando vuelve al suelo.

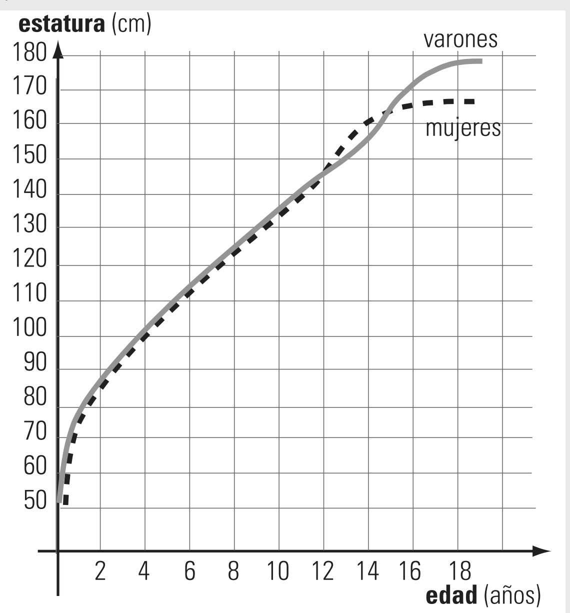
21- Se lanzan simultáneamente desde el piso en dirección vertical y hacia arriba dos proyectiles A y B. El módulo de la velocidad inicial de B es el doble que el de la de A. Se desprecia el rozamiento con el aire.

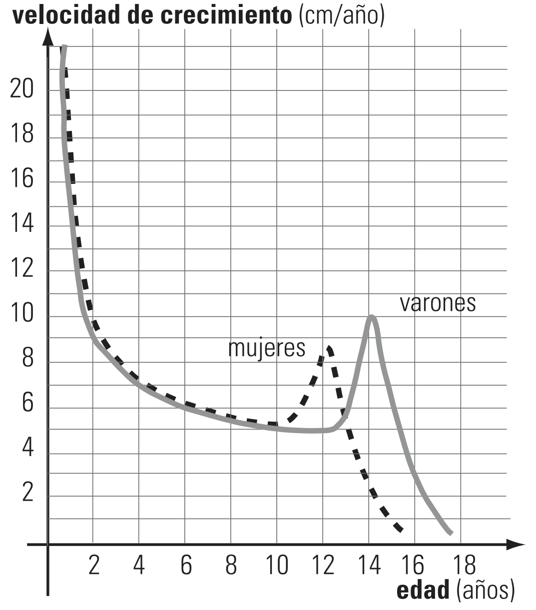
a) Grafique $v(t)$ para ambos desde el lanzamiento hasta que vuelven al piso.

b) A partir de un análisis gráfico, compare sus tiempos de altura máxima y sus alturas máximas.

c) Grafique $x(t)$ para ambos desde el lanzamiento hasta que vuelven al piso.

22- Crecimiento. Los gráficos y textos adjuntos han sido extraídos de un artículo de la revista Ciencia Hoy: *La influencia ambiental en el crecimiento humano de L.M. Guimarey , F. R. Carnese, H. Pucciarelli.*





Analice detalladamente la información presentada relacionando ambas curvas.

a) Describa cómo evoluciona la estatura con la edad. ¿Lo hace siempre de la misma manera?¿En qué etapas el crecimiento es más rápido?

Especifique y correlacione las caracteristicas de los gráficos de altura y el de velocidad de crecimiento (pendientes, concavidades, etc):

- en la etapa que va desde el nacimiento hasta los 2-3 años.
- en la etapa preescolar y escolar temprana
- en la etapa de la pubertad
- en la adultez

b) Compare el crecimiento de varones con el de las niñas. ¿En qué etapa se diferencian? ¿Cómo se diferencian?

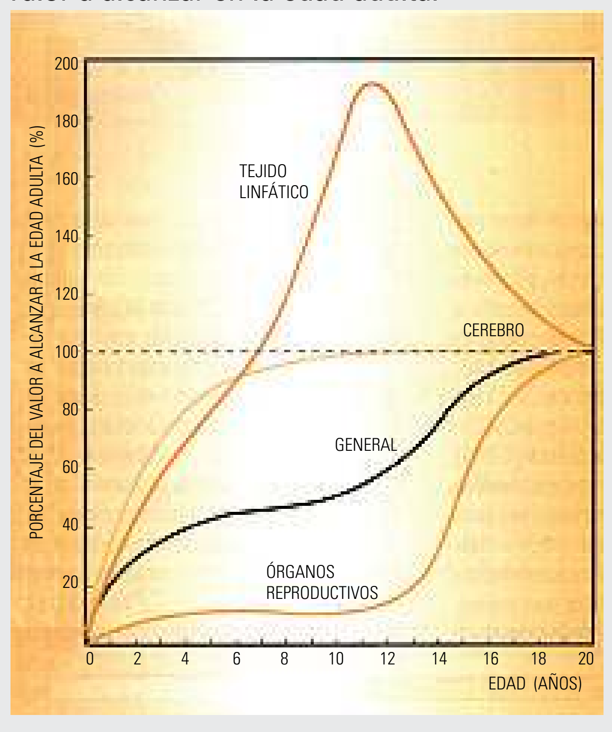
c) ¿Qué interpretación tiene el área bajo la curva del gráfico de velocidad de crecimiento en función de la edad?

d) Complete los gráficos adjuntos de acuerdo a lo que dice la *National Library of Medicine*:

"Las personas suelen perder alrededor de un centímetro (0,4 pulgadas) cada 10 años después de los 40 años. La pérdida de estatura es incluso más rápida después de los 70 años. Usted puede perder un total de 1 a 3 pulgadas de estatura a medida que envejece."

¿Qué signo tiene la velocidad de crecimiento después de los 40 años? Justifique

23- El aumento del peso corporal durante el crecimiento se puede representar por curvas similares a las que describen la evolución de la estatura. Sin embargo, no todos los tejidos y órganos crecen con el mismo ritmo. La figura muestra el crecimiento de diferentes órganos y tejidos comparado con el crecimiento general del cuerpo. Las cifras expresan porcentajes del valor a alcanzar en la edad adulta.



a) A los dos años de edad, ¿qué órganos tienen mayor velocidad de crecimiento respecto a la de crecimiento general del cuerpo?

b) ¿Entre qué edades la velocidad de crecimiento de los órganos reproductores es mayor que la de crecimiento general del cuerpo?

c) Los tejidos linfáticos, ¿a qué edad invierten el sentido de crecimiento? ¿Qué signo tiene la velocidad de crecimiento antes y después de esa edad? Justifique.

d) ¿Qué órgano mantiene hasta alcanzar la edad adulta el mismo sentido de aceleración de crecimiento?

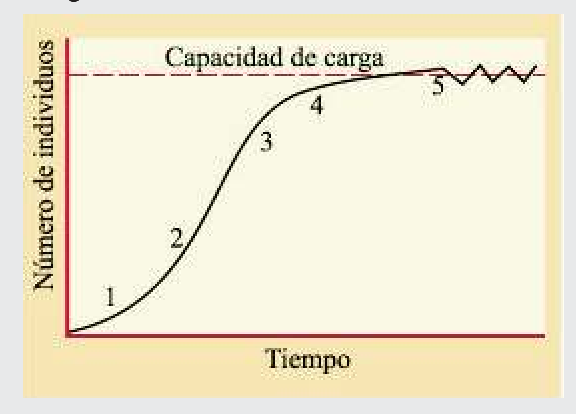
e) Realice un gráfico cualitativo de aceleración de crecimiento en función de la edad para el crecimiento general del cuerpo.

24- Evolución de poblaciones

(textos extraídos de *Biología* de *H. Curtis*).

24-1 *"El número promedio de individuos de la población que el ambiente puede sostener bajo un determinado conjunto de condiciones se llama* ***capacidad de carga****. Para las especies animales puede estar determinada por la disponibilidad de alimento o por el acceso a sitios de refugio.*

Uno de los patrones de crecimiento más simples observados en las poblaciones naturales consiste en una fase de establecimiento inicial en que el crecimiento de la población es relativamente lento seguido de una fase de aceleración rápida. Luego, a medida que la población se aproxima a la capacidad de carga del ambiente, la tasa de crecimiento se hace más lenta y finalmente se estabiliza, aunque puede haber fluctuaciones alrededor de la capacidad de carga."



• En los primeros momentos, cuando la población se instala en una región, el número de individuos es bajo y por lo tanto, aunque se reproduzcan, la población comienza a crecer lentamente.

• A medida que el número de individuos aumenta, el crecimiento de la población se acelera porque ahora son muchos más los que se reproducen.

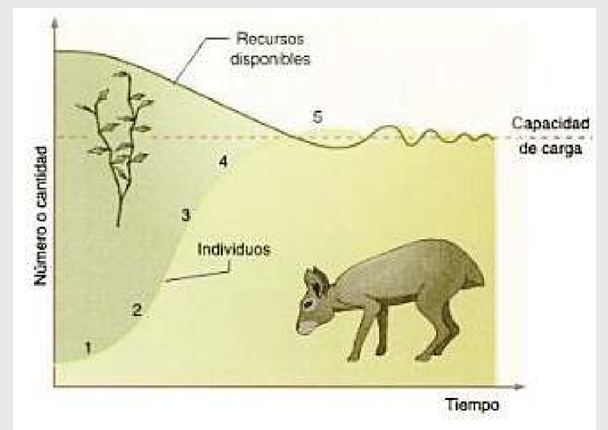
• Luego, a medida que la cantidad de individuos aumenta, deberán competir cada vez más por el espacio, el alimento y el agua. Llegará un momento en que los recursos del lugar comenzarán a ser escasos para tantos. Posiblemente menos individuos llegarán a la madurez y el ritmo de reproducción se volverá más lento.

• De esta manera, la naturaleza misma regula el crecimiento de una población hasta que se estabiliza en un número promedio de individuos, aunque puede fluctuaciones alrededor de ese valor.

b) Grafique cualitativamente la tasa de crecimiento de la población (considerando que en el gráfico dado los tramos curvos son arcos de parábola). Interprete el significado del área bajo la curva de este gráfico.

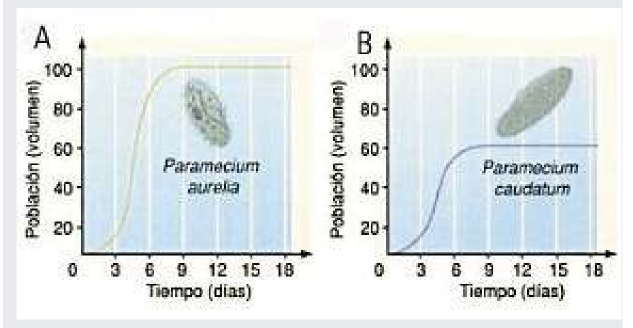
c) Compare los gráficos de este problema con los gráficos correspondientes al intervalo (0s, 10s) del ejercicio 15. ¿Encuentra semejanzas?

d) El gráfico adjunto muestra las curvas de cantidad de individuos, recursos disponibles y capacidad de carga.

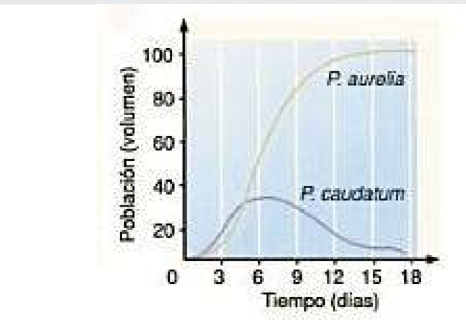


Relacione la curva de individuos con la de recursos. ¿Cómo son los signos de las tasas de crecimiento de individuos y de recursos disponibles?

24-2 En los gráficos se muestran los resultados de los experimentos de Gause con dos especies de Paramecium que se encuentran en competencia directa por el mismo alimento limitado. Paramecium aurelia(A) y Paramecium caudatum(B) fueron cultivados primero separadamente en condiciones controladas y con un constante suministro de alimento.



En el siguiente gráfico se muestra cuando los dos protistas fueron cultivados juntos.



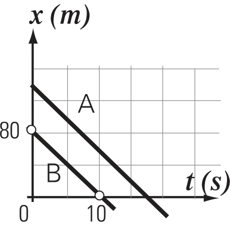
a) ¿Cuál de las dos especies es más eficiente en el uso de recursos cultivadas por separado?

b) Describa el resultado de cultivar ambas especies juntas.

c) Represente cualitativamente en un mismo gráfico la tasa de crecimiento de Aurelia cuando es cultivada sola y cuando es cultivada con Caudatum.

Dinámica

25- El gráfico posición-tiempo de la figura corresponde a dos ciclistas, **A** y **B**, que circulan por una misma calle rectilínea. Indique cuál es la única afirmación correcta.

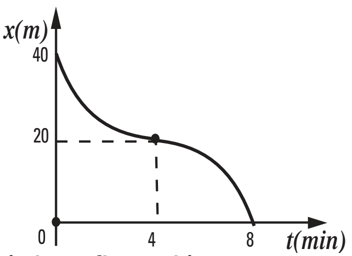


En esas condiciones:

- ☐ en el intervalo entre 0 y 10 segundos, **A** se desplaza más que **B.**
- ☐ el ciclista **A** pasa antes que el **B** por la posición de referencia $x = 0$.
- ☐ la velocidad de **A** es siempre mayor que la de **B.**
- ☐ la aceleración que tiene **A** es mayor que la de **B.**
- ☐ ambos están frenando con la misma aceleración.
- ☐ la fuerza resultante sobre cada uno de ellos es nula.

26- Un cuerpo de 1000 kg adquiere una aceleración de 2 m/s² bajo la acción de varias fuerzas, ¿cuál es la intensidad de la fuerza resultante?

27- Un cuerpo se mueve por un camino rectilíneo. El gráfico indica su posición en función del tiempo.



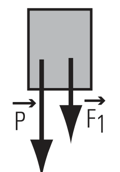
a) Indique la única afirmación correcta:

- ☐ La rapidez disminuye todo el tiempo durante los primeros 8 minutos.
- ☐ La fuerza resultante sobre el cuerpo es constante.
- ☐ El cuerpo disminuye su rapidez durante los primeros 4 min y luego invierte su sentido de movimiento, moviéndose cada vez más rápido.
- ☐ La fuerza resultante sobre el cuerpo cambia de sentido en t = 4 minutos.
- ☐ El cuerpo aumenta su rapidez durante los primeros 4 minutos y luego frena hasta detenerse en t = 8 minutos.
- ☐ En t = 4 min la velocidad cambia de sentido.

b) Grafique cualitativamente la fuerza resultante en función del tiempo para el intervalo [0; 8min].

28- Un cuerpo de masa 15 kg tiene aplicadas las fuerzas indicadas cuyos módulos son los siguientes:

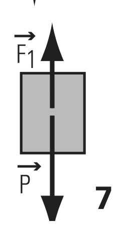
F_1 = 10 kgf
P = 15 kgf



Para cada caso:

a) Dibuje la fuerza resultante.

b) Calcule la aceleración del cuerpo.



29- Una niña sostiene una pelota.

a) ¿Qué fuerzas actúan sobre la pelota si la mantiene sobre su mano en equilibrio? Compare sus módulos. Identifique las reacciones correspondientes.

b) Si ahora lanza la pelota al aire:

¿Qué fuerzas actúan sobre la pelota mientras está subiendo en contacto con la mano? ¿Cómo es el módulo de la fuerza de contacto entre la mano y la pelota, con respecto al peso de la pelota? Identifique las reacciones correspondientes.

c) ¿Qué fuerzas actúan sobre la pelota mientras está en el aire? Aclare las suposiciones que emplea para resolver este problema.

30- Indique cuál de las siguientes proposiciones es la única correcta:

☐ Si la resultante de todas las fuerzas que actúan sobre un objeto es cero, estará necesariamente en reposo.

☐ Una bolsa de papas que pese 50 kgf en la Tierra, tendrá una masa de 50 kg en todas partes.

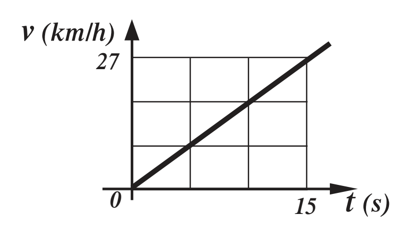
☐ Una bolsa de carbón que tenga una masa de 20 kg en la Tierra, pesará 20 kgf en todas partes.

☐ Si dos equipos juegan tirando de una soga, ésta hace menos fuerza al equipo que gana que al que pierde.

☐ Durante todo el viaje de una persona en un ascensor, la fuerza que el piso hace sobre los zapatos equilibra al peso.

☐ Para que un objeto se mantenga en movimiento rectilíneo uniforme debe tener una aplicada una única fuerza constante.

31- El gráfico de la figura representa la velocidad en función del tiempo para un tren que se mueve por una vía recta. Indique cuál de las afirmaciones siguientes es la única correcta:



☐ En 15 segundos recorre 27 km.

☐ Se desplaza con movimiento rectilíneo uniforme, siendo su velocidad 27 km/h.

☐ La fuerza resultante sobre el tren es cero.

☐ Se mueve con movimiento rectilíneo uniformemente variado con una aceleración de 10 m/s^2.

☐ Se mueve con movimiento rectilíneo uniformemente variado siendo su aceleración 0,5 m/s^2.

☐ La fuerza resultante aumenta en el tiempo.

32- Un paquete atado a una soga asciende verticalmente frenando con una aceleración de módulo 2 m/s^2. Se desprecia el rozamiento con el aire. Si el módulo de la fuerza vertical hacia arriba que ejerce la soga es de 18 N, ¿cuál es la masa del paquete?

33- Analice la veracidad o falsedad de las proposiciones dadas:

a) Un cuerpo no puede mantenerse en movimiento sin que una fuerza actúe sobre él.

b) Toda variación de la velocidad de un cuerpo exige la existencia de una fuerza aplicada sobre el mismo.

c) Cuando una mariposa golpea contra el vidrio delantero de un automóvil en movimiento la fuerza que hace la mariposa sobre el vidrio tiene la misma intensidad que la que hace el vidrio sobre la mariposa.

d) Según como proceda una persona para subir a un estante una carga de 30 kg podría llegar a hacerle en algún instante una fuerza de módulo menor que 30 kgf.

e) Si un cuerpo tiene aplicada una única fuerza hacia abajo, solo puede moverse hacia abajo.

f) En un cuerpo apoyado sobre un plano horizontal la fuerza peso y la fuerza que el plano conforman un par de interacción.

g) Cuando un colectivo frena una fuerza nos impulsa hacia adelante.

h) Un cuerpo atado a una soga se sube con velocidad constante y luego se baja con velocidad constante en dirección vertical; entonces la tensión es mayor al peso en la subida y menor al peso en la bajada.

34- Un ascensor de 800 kg sube aumentando su velocidad a razón de 2 m/s en cada segundo.

a) Calcule la fuerza que ejerce el cable que lo eleva.

b) ¿Cuál es la aceleración al cortarse el cable?

c) Si se corta el cable, ¿el ascensor sigue subiendo? ¿Por qué?

35- Un hombre cuya masa es de 80 kg se pesa en un ascensor. Responda cuánto indicará la balanza en el caso que el ascensor:

a) sube con velocidad constante de 2 m/s.

b) baja con velocidad constante de 2 m/s.

c) sube aumentando su velocidad a razón de 2 m/s por segundo.

d) sube frenando con una aceleración de 2 m/s^2.

e) empieza a bajar con una aceleración de 2 m/s^2.

f) baja frenando con una aceleración de 2 m/s^2.

g) se corta la soga del ascensor.

36- Sobre una pasajera en reposo dentro de un ascensor, el piso ejerce una fuerza cuyo módulo es 4/5 del peso de la mujer. En estas condiciones el ascensor puede estar:

☐ ascendiendo y frenando con una aceleración de 4g/5.

☐ descendiendo y frenando con una aceleración de g/5.

☐ moviéndose con velocidad constante.

☐ ascendiendo y frenando con una aceleración de g/5.

☐ en caída libre.

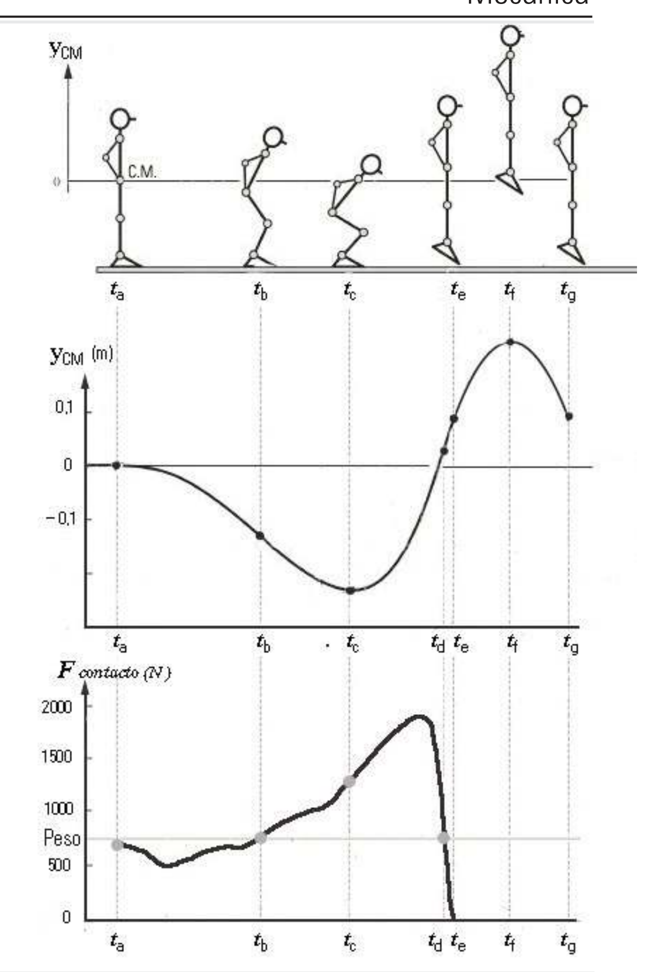
☐ descendiendo y frenando con una aceleración de 4g/5.

37- Estudio de la mecánica del salto vertical humano.

En el gráfico adjunto se representa la posición del centro de masa corporal (CM) de una persona que realiza un salto vertical, en función del tiempo.

El salto, se inicia a partir del reposo en el instante t_a desde una posición erguida a partir de la cual comienza el descenso del centro de masa corporal del saltador que flexiona las rodillas hasta una máxima flexión en el instante t_c . Allí comienza una etapa de ascenso del centro de masa por la extensión de las piernas.

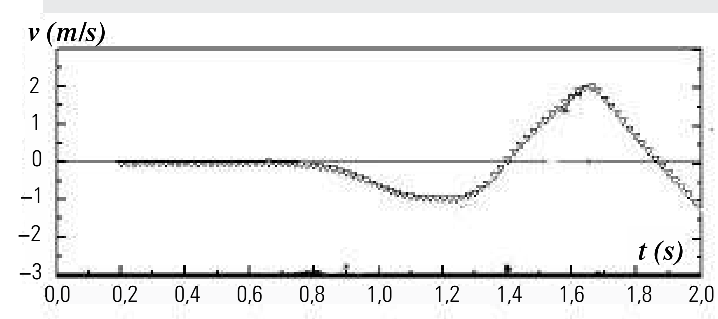
El instante t_e es el momento de despegue. A partir de allí el saltador ya no está en contacto con el piso y sigue subiendo hasta alcanzar la altura máxima en t_f, luego de lo cual comienza la caída. Por último impacta contra el piso en t_g.



A) Observando el gráfico $y_{CM}(t)$, responda:

1. ¿Cómo se da cuenta de que el movimiento se inicia (en el instante t_a) a partir del reposo?
2. ¿En qué otros instantes el CM del saltador tiene velocidad nula?
3. ¿En qué intervalos el CM desciende? ¿Qué signo tiene la pendiente de la recta tangente del gráfico $y_{CM}(t)$ en esos intervalos?
4. ¿En qué intervalo el CM asciende? ¿Qué signo tiene la pendiente de la recta tangente del gráfico $y_{CM}(t)$ en este intervalo?
5. ¿En qué instante el CM sube con la velocidad máxima? Justifique.
6. ¿En qué instante, anterior al despegue, el CM baja con mayor rapidez?

B) Observando solo el gráfico *v(t)**, responda:



1. ¿En qué instantes el CM tiene velocidad nula? Identifique cada uno de ellos con el instante *ti* correspondiente del gráfico $y_{CM}(t)$, y escríbalo debajo en el gráfico *v(t)*.
2. ¿En qué intervalos el CM desciende? Justifique.
3. ¿En qué intervalo el CM asciende? Justifique.
4. ¿En qué instantes la aceleración del CM es nula? Justifique.
5. Identifique cada uno de los instantes de aceleración nula con el instante t_i correspondiente del gráfico $y_{CM}(t)$, y escríbalo debajo. Justifique.
6. Sobre los dos gráficos dados, dibuje líneas verticales en los instantes de aceleración nula. Diga, justificando qué signo tiene la aceleración en los intervalos determinados entre dichas líneas.
7. Calcule cuánto se eleva el CM respecto a la posición que tiene cuando la persona está en el instante de despegue t_e.

C) Analice las causas de este movimiento:

1. Realice el diagrama de cuerpo libre del saltador. Indique los pares de reacción.
2. Habiendo, en **B** 6 dividido en intervalos los gráficos $y_{CM}(t)$ y *v(t)* según el signo de la aceleración, compare en cada intervalo las intensidades de las fuerzas aplicadas. Agregue una línea vertical para indicar el intervalo en el que la fuerza de contacto con el piso vale cero.

   Sobre los gráficos escriba Fc = P, Fc < P, Fc > P y Fc = 0, según corresponda.
3. El gráfico adjunto de $F_{contacto}(t)$ se realizó a partir de los registros de una plataforma de fuerza. Este instrumento se utiliza en biomecánica para la investigación clínica, el entrenamiento deportivo y el análisis de la seguridad en el trabajo. Corrobore lo realizado en el item 2 observando ese gráfico.
4. Complete el gráfico para $t < t_a$ y para $t_e < t < t_g$. ¿Cuál es la aceleración? Justifique. Corrobore su respuesta, calculando la aceleración usando los datos del gráfico *v(t)*.

   Considere que la masa del hombre es de 75 kg:
5. Si en t_a la reacción del piso es un 5 % menor que el peso, ¿cuánto vale la aceleración en ese instante? ¿está aumentando o disminuyendo su rapidez?
6. A partir de los datos del gráfico $F_{contacto}(t)$, calcule la aceleración del CM cuando la $F_{contacto}$ es máxima en la subida y cuando la posición es la mínima.
7. En t_f ¿cuánto valen la velocidad, la aceleración y la fuerza resultante?

*Extraído de *Estudio Integrado de la Etapa Positiva de un Salto Vertical con Contramovimiento y Balanceo de Brazos* de MT Miralles, R Paterson, C Barros, R Vecchio, I Ghersi

38- Un hombre empuja un carrito cargado, de modo que la fuerza resultante sobre el mismo es de 60 kgf. Como consecuencia, adquiere una aceleración de 1,5 m/s². Si se quita carga de modo que la masa se reduce a la tercera parte, y suponemos que la fuerza resultante que actúa es la misma, halle la nueva aceleración del carrito.

39- Una futbolista patea una pelota de 0,4 kg, de modo tal que la fuerza media resultante es de 50 N.

a) ¿Qué dirección tiene la aceleración media?¿Cuál es su valor?

b) ¿Con qué velocidad sale disparada la pelota si inicialmente estaba en reposo y el impacto dura 0,5 segundos?

c) Explique cuáles de las respuestas anteriores se modifican si, en el instante en que el jugador patea, la pelota tenía velocidad no nula.

40- Si un avión de 2500 kg vuela horizontalmente a velocidad constante.

a) ¿Cuánto vale la resultante de fuerzas sobre el avión?

b) ¿Cuál es el valor de la fuerza ascensional que el aire ejerce sobre el avión?

41- A un libro de masa 500 gramos que está inicialmente quieto, apoyado sobre una mesa horizontal, se le aplica una fuerza constante de 2 N, paralela a la mesa. Puede considerarse despreciable el rozamiento. Mientras está aplicada la fuerza, ¿cuál de las afirmaciones siguientes es la única correcta?

- ☐ El libro no se mueve porque la fuerza aplicada es menor que el peso.
- ☐ El libro se mueve con movimiento rectilíneo uniforme porque la fuerza aplicada es constante.
- ☐ El libro no se mueve porque a la acción de una fuerza se opone una reacción igual y opuesta.
- ☐ El libro se mueve con movimiento rectilíneo uniformemente variado, siendo su aceleración 10 m/s².
- ☐ El libro se mueve con movimiento rectilíneo uniformemente variado, aumentando su velocidad a razón de 4 m/s en cada segundo.
- ☐ El libro se mueve con movimiento rectilíneo uniformemente variado, disminuyendo su velocidad a razón de 4 m/s en cada segundo.

42- Se aplica una fuerza de 20 N horizontal a un bloque de 5 kg que se desplaza sobre una superficie horizontal. ¿Cuánto vale la intensidad de la fuerza de rozamiento si el bloque se mueve con velocidad constante de 2 m/s?.

43- Un cuerpo de 1000 kg se encuentra apoyado en reposo sobre un plano horizontal sin fricción.

a) ¿Qué intensidad mínima tendrá la fuerza horizontal necesaria para moverlo?

b) Calcule la intensidad de la fuerza paralela al plano que ha de aplicarse para que se mueva con una aceleración de 2 m/s².

c) Calcule la intensidad de la reacción normal que le hace el piso.

d) Si a los 5 segundos deja de aplicarse esta fuerza, ¿cuál será el movimiento posterior?

e) Realice los gráficos $a(t)$, $v(t)$ y $x(t)$ para dicho cuerpo, para el instante en el que partió hasta 10 segundos después (según b) y d)).

f) Considere que existe una fuerza de rozamiento cuya intensidad es de 1000 N y responda a los items b), c), d) y e).

Trabajo y energía

44- El empleado de una empresa de mudanzas desea transportar un mueble. Calcule el valor y el signo del trabajo entregado por el hombre al mueble en las cuatro situaciones que siguen:

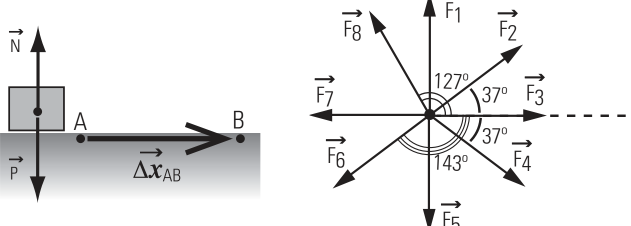
a) Lo empuja con una fuerza de 1000 N, paralela al piso, a lo largo de 8 metros.

b) El mueble se venía moviendo por un plano horizontal y el empleado lo detiene aplicándole una fuerza de 1000 N, paralela al piso, a lo largo de 60 centímetros.

c) Camina horizontalmente, con velocidad constante, cargando el mueble sobre sus hombros.

d) Tira del mueble con una fuerza de 1000 N por medio de una soga que forma un ángulo de 30° con la horizontal a lo largo de 8 m.

45- Un cuerpo de 12 kg se desplaza apoyado sobre un plano horizontal sin rozamiento.



En la figura superior derecha se muestran fuerzas de igual intensidad (30 N) y diferentes direcciones y sentidos. Se ejerce solo una de esas fuerzas mientras el cuerpo se desplaza 4 m desde A hasta B. Elija, en cada caso, la fuerza que:

a) Aumenta más la energía cinética del cuerpo. ¿Cuánto aumenta su energía?

b) Disminuye más la energía cinética del cuerpo. ¿Cuanta energía pierde?

c) No cambia la energía cinética del cuerpo.

d) Si se aplicaran todas las fuerzas a la vez, ¿el cuerpo ganaría o perdería energía cinética?

e) En las condiciones del item anterior, calcule la velocidad en B si la velocidad en A es de 5 m/s.

46- Claudia pesa 60 kgf, y viaja en un ascensor desde el piso 4° hasta planta baja. Calcule:

a) El trabajo que realiza la fuerza que hace el piso del ascensor (la «normal») sobre ella, en los siguientes tramos de 4 m de longitud cada uno:

1) arranque con aceleración constante de 0,5 m/s²
2) descenso con velocidad constante de 2 m/s
3) frenado con aceleración constante de 0,5 m/s²

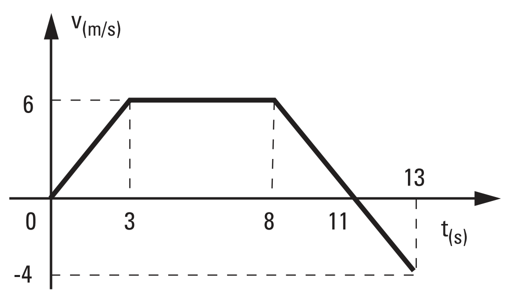
b) La variación de energía cinética en cada tramo.

47- El conductor de un auto que se estaba desplazando a 72 km/h, frena al ver el semáforo en rojo. El vehículo, de 1000 kg, se detiene en 50 m.

a) Dibuje todas las fuerzas que actúan sobre el vehículo, e identifique sus pares de interacción.

b) Calcule, por consideraciones energéticas, el valor de la fuerza, supuesta constante, que actúa en el frenado.

48- En el gráfico adjunto se representa la velocidad de un móvil de 20 kg, en función del tiempo. Determine el trabajo que realiza la fuerza resultante, para las distintos etapas de su movimiento, y para el viaje total.



49- ¿En qué distancia se detendrá, al frenar, una moto que se mueve a 120 km/h, si esa misma moto, moviéndose a 60 km/h, se detiene en 50 m? Considere que la fuerza de frenado es constante y la misma en los dos casos.

☐ 50 m ☐ 100 m ☐ 150 m ☐ 200 m
☐ faltan datos ☐ ninguna de las anteriores

50- Un caballo arrastra una carreta de 1000 kg, por un camino horizontal, a lo largo de 50 m. La lleva desde el reposo hasta que su velocidad es de 6 m/s. La fuerza que hace el caballo, que es de 500 N, forma un ángulo de 15° con la dirección de avance de la carreta.

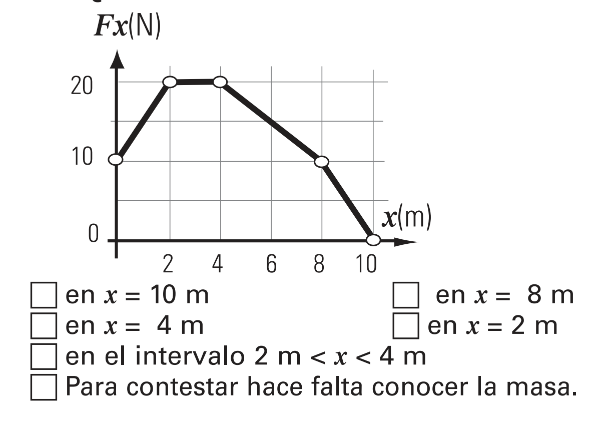
a) ¿Cuánto varía la energía cinética de la carreta?

b) ¿Cuánto vale el trabajo realizado por la fuerza que ejerce el caballo sobre la carreta?

c) ¿Cuánto vale el trabajo de la fuerza de rozamiento carreta-piso?

51- Sobre un cuerpo, inicialmente en reposo, en la posición $x = 0$, actúa una fuerza resultante en la dirección x que varía como muestra el gráfico.

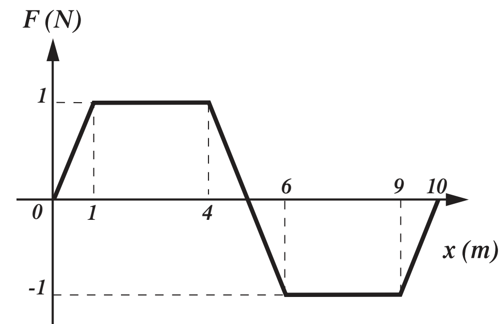
51-1 ¿Dónde es máxima su velocidad?



☐ en x = 10 m ☐ en x = 8 m
☐ en x = 4 m ☐ en x = 2 m
☐ en el intervalo 2 m < x < 4 m
☐ Para contestar hace falta conocer la masa.

51-2 Grafique la aceleración en función de la posición. La masa del cuerpo es de 10 kg.

52- El siguiente gráfico representa la fuerza resultante en la dirección del movimiento en función de la posición, para un cuerpo de 5 kg, que inicialmente se mueve a 0,2 m/s.

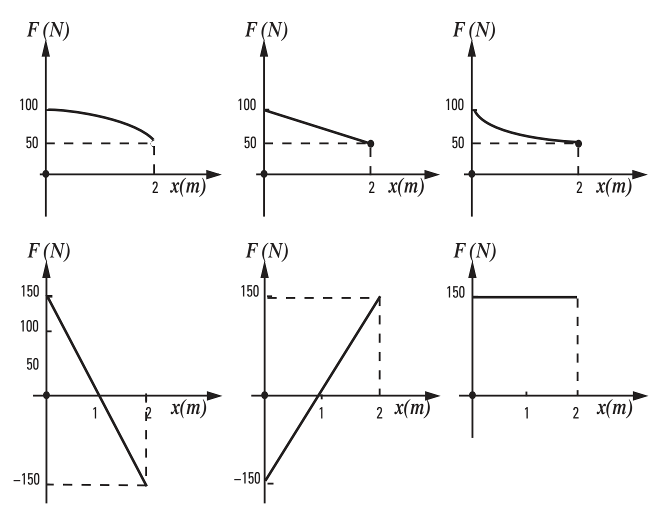


a) Calcule el trabajo de la fuerza resultante para el desplazamiento del primer metro, del segundo metro y de los cinco primeros metros.

b) Determine en qué posición el cuerpo tendrá el valor máximo de la energía cinética y en cuál el valor mínimo.

c) ¿En cuál o cuáles posiciones su velocidad es de 1 m/s?

53- Sobre un cuerpo que se desplazó 2 m por un camino horizontal actuó una fuerza en la dirección del movimiento que realizó un trabajo de 150 J. ¿Cuál de los siguientes gráficos representa el valor de la fuerza F en función de la coordenada de posición horizontal x?



54- a) Calcule, por consideraciones energéticas, la velocidad con la que debe lanzarse una piedra verticalmente hacia arriba para que alcance una altura máxima de 5 m. Desprecie el rozamiento con el aire.

b) Si la piedra se lanzara oblicuamente, para que llegara a una altura máxima de 5 m, ¿debería arrojarse a mayor velocidad o la misma? Justifique su respuesta en términos energéticos.

c) Realice los gráficos de energía cinética, potencial y mecánica en función de la altura.

55- Se lanza una piedra verticalmente hacia arriba, desde el suelo. Se observa que, cuando está a 15 m del suelo, viaja a 25 m/s hacia arriba. Desprecie el rozamiento con el aire.

Mediante consideraciones energéticas, calcule:

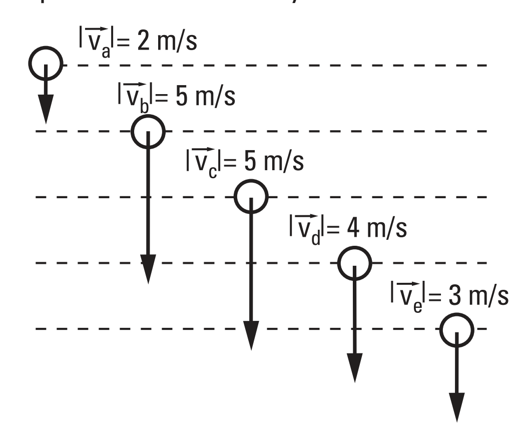
a) La velocidad con la que fue lanzada.

b) La altura máxima que alcanzará.

56- El dibujo muestra cinco cuerpos lanzados antes con distintas velocidades.

Se desprecia el rozamiento con el aire. Entre las líneas punteadas hay un metro de separación.

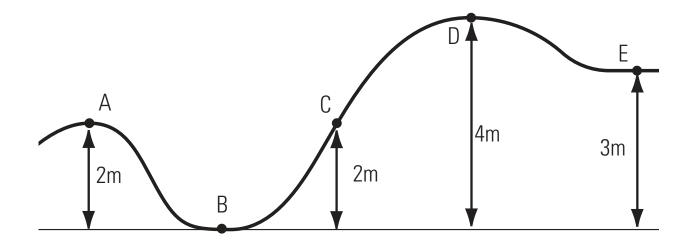
Indique cuál alcanzó mayor altura.



57- Un cuerpo se deja caer a partir del reposo desde cierta altura del piso; se desprecia el rozamiento con el aire y se toma el nivel del piso como referencia de alturas para la energía potencial. Cuando el cuerpo tiene la mitad de la velocidad máxima alcanzada en la caída, los porcentajes de energía potencial y cinética, respecto de la energía mecánica, son, respectivamente:

- ☐ 12,5% y 87,5%
- ☐ 25% y 75%
- ☐ 75% y 25%
- ☐ 50% y 50%
- ☐ 87,5% y 12,5%
- ☐ 37% y 63%

58- Un bloque de 2 kg pasa por A con una velocidad de 5 m/s, desplazándose, sin fricción, hacia la derecha.



Entonces:

- ☐ Se detiene en D.
- ☐ Pasa por E con v= 5 m/s.
- ☐ Llega hasta C y regresa a A.
- ☐ Se detiene en E.
- ☐ Pasa por E con una velocidad menor que 5 m/s.
- ☐ Llega hasta un punto ubicado entre C y D y regresa a A.

59- Un esquiador de 80 kg se deja caer por una colina de 30 metros de altura, partiendo con una velocidad inicial de 6 m/s. No se impulsa con los bastones y se puede despreciar el rozamiento con la nieve y con el aire.

a) ¿Cuál es la energía mecánica inicial del esquiador? ¿Cambia este valor a lo largo del recorrido? Justifique su respuesta analizando las fuerzas que actúan sobre el esquiador.

b) ¿Con qué velocidad llega el esquiador al pie de la colina?

c) ¿Qué debería hacer el esquiador para llegar al pie de la colina con una velocidad de 30 m/s? Justifique sobre la base de consideraciones dinámicas y energéticas (dé valores numéricos).

d) ¿Y para llegar con una velocidad de 15 m/s?

60- Un chico de 40 kg se deja caer en una patineta desde una altura de 4 m por una pista semicircular. Parte del reposo y llega, en el lado opuesto de la pista, hasta una altura máxima de 3 m.

a) ¿Qué fuerzas actúan sobre la persona y cuáles de ellas hacen trabajo?

b) ¿Cuánto vale el trabajo de las fuerzas de rozamiento que actúan sobre el sistema muchacho-patineta (que ejercen el aire y el piso en conjunto)?

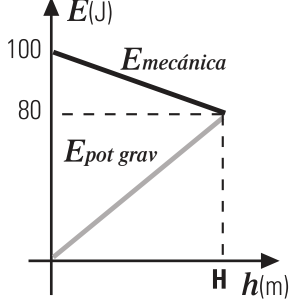
c) ¿Podría haber llegado hasta una altura de 4 m? Dé varias alternativas y justifíquelas.

61-1 Una esquiadora desciende por una rampa con velocidad constante. Indique cuál es la única afirmación correcta:

- ☐ Sólo actúan el peso y la reacción normal del plano.
- ☐ El trabajo del peso es igual a la variación de la energía cinética.
- ☐ El trabajo realizado por el peso es negativo.
- ☐ Actúa una fuerza resultante de módulo constante en la dirección del plano y hacia abajo.
- ☐ La suma de los trabajos de todas las fuerzas que actúan sobre ella es cero.
- ☐ La suma de los trabajos de las fuerzas no conservativas que actúan sobre ella es cero.

61-2 Grafique la energía mecánica, cinética y potencial de la esquiadora en función de la altura en el mismo par de ejes.

62- El gráfico de la figura adjunta representa las energías mecánica y potencial gravitatoria de un objeto de 8 kg que es lanzado hacia arriba por un plano inclinado y rugoso de 30° con respecto a la horizontal, en función de la altura h respecto del piso.



a) Calcule la velocidad de lanzamiento, y la altura máxima H alcanzada.

b) Determine la intensidad de la fuerza de rozamiento (supuesta constante) que actuó durante el ascenso.

63- Un trineo se desliza 100 m por una colina que forma un ángulo de 30° con la horizontal. Parte del reposo y llega a la base de la colina con una velocidad de 20 m/s. ¿Qué pocentaje de su energía mecánica se ha perdido por rozamiento? (Considere energía potencial nula en la base de la colina).

- ☐ 20 %
- ☐ 40 %
- ☐ 50 %
- ☐ 60 %
- ☐ 80 %
- ☐ ninguna de las anteriores.

64- Para elevar un cajón hasta una terraza ubicada a 5 m de altura, un hombre utiliza un plano inclinado colocado entre el piso y la terraza. Apoya el cajón sobre el plano y lo empuja. El cajón parte del reposo y se detiene al alcanzar los 5 m de altura. Se desprecia el rozamiento entre el cajón y el plano. Indique cuál de las siguientes afirmaciones es verdadera:

- ☐ La energía que el hombre debe entregar al cajón depende de la inclinación del plano.
- ☐ La energía mecánica del cajón no cambia.
- ☐ La energía mecánica que gana el cajón depende de su peso y de los 5 m de altura.
- ☐ La energía que pierde el hombre es igual a la que gana el cajón.
- ☐ El trabajo de la fuerza que ejerce el hombre sobre el cajón es mayor que la variación de la energía mecánica que experimenta el cajón.
- ☐ Las fuerzas que actúan sobre el cajón son dos: el peso y la fuerza que ejerce el hombre.

65- Una caja de 200 kg es elevada por una grúa. La caja parte del reposo y sube verticalmente durante 10 seg, al cabo de los cuales su velocidad es 20 m/s.

Mediante consideraciones energéticas, calcule:
a) la fuerza media que aplicó la grúa.
b) la potencia media que desarrolla la grúa.

66- Un levantador de pesas eleva desde el piso hasta una altura de 2 m, una barra cuya masa es de 150 kg. Este proceso dura 10 segundos.

a) ¿Qué fuerzas actúan sobre la barra?, ¿cuáles de ellas hacen trabajo?

b) ¿Cuánta energía ganó la barra?, ¿cuánto trabajo le entregó el hombre?

c) ¿Cuál es la potencia media con que el hombre transfiere energía a la barra?

d) Calcule la energía que pierde el hombre sabiendo que para un proceso de esta naturaleza sólo el 12% de esta energía se aprovecha en realizar trabajo sobre la barra. ¿A qué velocidad la pierde?

e) Si la energía se conserva, ¿dónde está la energía que el hombre perdió y la barra no ganó?

f) ¿Cuáles de las respuestas anteriores cambian si el hombre demora 20 segundos en levantar las pesas?

67- Calcule la potencia media involucrada en los siguientes procesos; exprese los resultados en W y en HP (1HP = 746 W).

a) Levantar un bloque de 50 kg a velocidad constante de 1 m/s.

b) Subir 10 litros de agua hasta una altura de 10 metros, en 20 segundos.

c) Generar 1 kWh de energía eléctrica en un día.

68- ¿Cuánto cuesta mantener encendida durante 30 días, una lámpara de 100 W, si la energía eléctrica cuesta 3,5 pesos el kilowatt - hora?

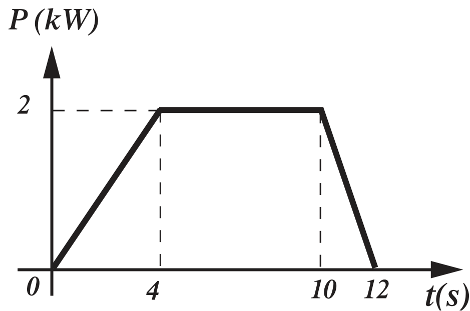
69- ¿Qué potencia media en HP desarrolla el motor de un auto de 1500 kg que parte del reposo y alcanza en 30 segundos una velocidad de 30 m/s?

70- Tres cuerpos del mismo peso son elevados desde el suelo hasta una altura de 10 m, por medio de escaleras mecánicas que los suben con velocidad constante de igual módulo y están inclinadas 30°, 45° y 60° respecto a la horizontal.

Con respecto al trabajo realizado por las fuerzas que ejercen las escaleras sobre los cuerpos y la potencia desarrollada por las mismas, se cumple que:

- ☐ El trabajo es cero en los tres casos, pero las potencias no.
- ☐ La potencia es la misma en los tres casos pero los trabajos son distintos.
- ☐ Las potencias son distintas en los tres casos y los trabajos también.
- ☐ La potencia es cero en los tres casos.
- ☐ Los trabajos son iguales en los tres casos, pero las potencias son diferentes.
- ☐ La potencia es la misma en los tres casos y el trabajo también.

71- El siguiente gráfico corresponde a la potencia instantánea desarrollada por la fuerza resultante sobre un objeto de 1000 kg que parte del reposo.



a) Calcule el área encerrada bajo el gráfico y el eje t entre t = 0 y t = 4 s. Indique claramente sus unidades. ¿Qué representa dicho valor?

b) ¿En qué instante la energía cinética del objeto es 6000 J?

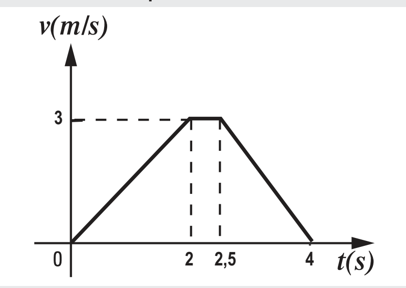
c) ¿Cuál es la velocidad del objeto a los 12 s de partir?

Ejercicios integradores

Estos ejercicios proponen integrar todos los contenidos conceptuales de la unidad. También integran los contenidos procedimentales: la extracción de información a partir de enunciados coloquiales, la aplicación de modelos teóricos a situaciones prácticas sencillas, la interpretación y confección de gráficos, la conversión de unidades y la identificación de relaciones funcionales entre magnitudes.

1- El ascensor

En el gráfico se representa la velocidad en función del tiempo de un ascensor de 1000 kg. El sistema de referencia tiene su origen en planta baja y su sentido positivo es hacia arriba.



a) Grafique la posición y la aceleración en función del tiempo.

b) ¿Cuál es el desplazamiento en los primeros dos segundos?

c) ¿Qué porción de dicho desplazamiento tuvo en el primer segundo? (Justificar).

d) Hacer el diagrama de cuerpo libre del ascensor. ¿Es el mismo para todo el viaje? Compare las intensidades de estas fuerzas en cada etapa.

e) Calcule la potencia desarrollada por el cable del ascensor en la segunda etapa y expresarla en HP.

f) Completar los siguientes cuadros referidos a la energía en cada una de las etapas y para el recorrido total.

g) Calcular el trabajo de la fuerza del cable del ascensor durante los dos primeros segundos.

1	aumenta	disminuye	no cambia
Energía potencial			
Energía cinética			
Energía mecánica			

2	aumenta	disminuye	no cambia
Energía potencial			
Energía cinética			
Energía mecánica			

3	aumenta	disminuye	no cambia
Energía potencial			
Energía cinética			
Energía mecánica			

Recorrido total	aumenta	disminuye	no cambia
Energía potencial			
Energía cinética			
Energía mecánica			

h) Para el intervalo entre t =0 y t = 4 s, calcular:

1) el trabajo del peso
2) el trabajo de las fuerzas no conservativas
3) el trabajo de la resultante

2- El paracaidista

Cuando un paracaidista se deja caer desde un helicóptero en vuelo estacionario tiene inicialmente velocidad nula. La persona no realiza una caída libre, ni siquiera antes de abrir su paracaídas, ya que apenas empieza a caer el aire le ofrece resistencia.

El texto siguiente fue extraído del *Tratado de Fisiología Médica (décima edición) de Guyton- Hall.* Trata sobre las fuerzas asociadas con los saltos de un paracaidista antes y después de abrir su paracaídas.

*"Al aumentar la velocidad de caída, también aumenta la resistencia del aire que tiende a frenarla. Finalmente, **la fuerza de desaceleración de la resistencia del aire*** equilibra exactamente la **fuerza de aceleración de la gravedad**, de forma que, tras caer durante 12 segundos, la persona desciende con una **velocidad terminal*** de unos 190 kilometros por hora (53 metros por segundo).*

*Al abrir el paracaidas cuando ya ha alcanzado la velocidad terminal de caída, las correas de éste pueden soportar un "tirón de apertura" de hasta **450 kilos***.*

El paracaídas de tamaño habitual lentifica la caída del paracaidista a una novena parte de la velocidad terminal, aproximadamente. En otras palabras, la velocidad de aterrizaje es de unos 6 metros por segundo y la fuerza de impacto contra la tierra es de 1/81 de la que se produciría sin paracaídas. Sin embargo, esa fuerza de impacto es todavía lo bastante grande como para lesionar considerablemente el cuerpo si el paracaidista no está bien entrenado para aterrizar. De hecho la fuerza de impacto contra la tierra es casi igual a la que se experimentaría saltando desde una altura de 1,8 metros. Si no está advertido, el paracaidista tendrá el reflejo equivocado de caer a tierra con las piernas extendidas y ello producirá enormes fuerzas de desaceleración a lo largo del eje esquelético del cuerpo, con fractura de pelvis, las vértebras o las piernas. En consecuencia, el paracaidista bien entrenado cae en tierra con las rodillas flexionadas pero con los músculos tensos, para amortiguar el golpe del aterrizaje."

El texto, extraído de un libro de Medicina, tiene algunas imprecisiones en el uso del lenguaje de la Física; a continuación corregimos la terminología:

**** fuerza de desaceleración de la resistencia del aire***, en términos físicos, fuerza de resistencia del aire

**** fuerza de aceleración de la gravedad***, en términos físicos, fuerza gravitatoria o peso

**** velocidad terminal o límite***, una vez alcanzada no se modifica más. En rigor y teóricamente la velocidad terminal nunca se alcanza exactamente; pero después de un tiempo suficiente, la diferencia entre la velocidad terminal y la real es muy pequeña, y en la práctica se dice entonces que se alcanzó la velocidad límite.

**** 450 kilos,*** se refiere a una fuerza de 450 kilogramos fuerza.

Acerca de la caída antes de abrir el paracaídas:

a) Haga el diagrama de cuerpo libre de una persona que cae en el aire, antes de abrir el paracaídas, en cinco instancias sucesivas ordenadas secuencialmente (A, B, C, D, E):

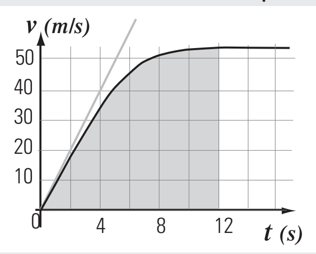
A: En t = 0, justo en el momento en que se deja caer

B y C: en dos momentos anteriores a t = 12 s

D y E: en dos momentos posteriores a t = 12 s

Para toda la secuencia, grafique las fuerzas de manera de poder comparar sus intensidades. Al lado de cada diagrama dibuje el vector aceleración, indicando su módulo en el caso que esté determinado.

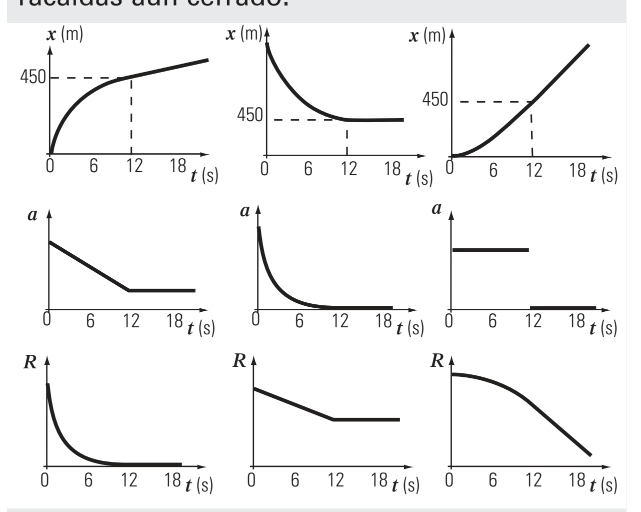
b) Para los gráficos siguientes que describen el movimiento en la etapa en que el paracaidista cae en el aire con el paracaidas aún cerrado el sistema de referencia tiene el origen donde la persona se deja caer y sentido positivo hacia abajo. El primer gráfico adjunto corresponde a la velocidad en función del tiempo.



b1) ¿Qué representa la pendiente de la recta tangente a la gráfica? Indique su valor en dos instantes.

b2) ¿Se mueve en algún intervalo con movimiento rectilíneo y uniforme? ¿Y con movimiento rectilíneo uniformemente variado?

c) En correspondencia con el gráfico de *v (t)* elija de entre los siguientes gráficos los que se ajustan mejor a la posición, a la aceleración y a la fuerza resultante en función del tiempo en la etapa en que la persona cae en el aire con el paracaídas aún cerrado.



d) ¿Cuánto vale el área sombreada en *v (t)*?

e) Indique en los gráficos correspondientes los valores iniciales de la aceleración y de la fuerza resultante.

f) Elija el enunciado correcto referido al momento en que la persona, con el paracaídas aún cerrado, desciende con velocidad constante.

- ☐ Su energía mecánica permanece constante.
- ☐ Su energía potencial disminuye y la mecánica aumenta.
- ☐ Su energía potencial disminuye y la mecánica no varía.
- ☐ Actúa una fuerza resultante de módulo constante en la dirección vertical y hacia abajo.
- ☐ La suma de los trabajos de las fuerzas que actúan sobre él es cero.
- ☐ La suma de los trabajos de las fuerzas no conservativas que actúan sobre él es cero.

g) Para el intervalo entre 0 y 12 segundos, completar los cuadros:

	aumenta	disminuye	no cambia
Energía potencial			
Energía cinética			
Energía mecánica			

	> 0	< 0	= 0
Trabajo del peso			
Trabajo de la resultante			
Trabajo de las fuerzas **no** conservativas			

Acerca de la caída después de abrir el paracaídas:

h) Haga el diagrama de cuerpo libre en el momento de la apertura del paracaídas suponiendo que lo abre cuando ya ha alcanzado la velocidad terminal (sufriendo el "tirón de apertura" indicado en el texto). Estime la masa del paracaidista y calcule su aceleración, exprésela en relación a la gravedad **g.**

i) Exprese la velocidad de aterrizaje en km/h

j) Exprese la energía cinética del paracaidista en función de su masa en el instante de impacto.

¿Qué energía cinética adquiriría el paracaidista si se dejara caer a partir del reposo desde una altura de 1,8 m (con el paracaídas cerrado despreciando en esta caída el rozamiento con el aire)?

¿Qué variación de energía cinética experimentaría en ambas situaciones durante el impacto?

La fuerza resultante que hace trabajo durante el impacto es la responsable de esta variación de energía cinética, ¿Puede justificar entonces la frase que dice: *"la fuerza de impacto contra la tierra es casi igual a la que se experimentaría saltando desde una altura de 1,8 metros."*

k) ¿Cuántas veces mayor es la velocidad de una persona que cae sin paracaídas con la velocidad terminal, respecto a la de otra que cae con paracaídas moviéndose con la velocidad límite?

¿Cuántas veces mayor es la energía cinética de una persona que cae sin paracaídas con la velocidad terminal, respecto a la de otra que cae con paracaídas moviéndose con la velocidad límite de aterrizaje? ¿y la fuerza de impacto?

l) ¿Cómo explica la estrategia de caer con las rodillas flexionadas para amortiguar el golpe?

Respuestas

Cinemática

1- a) El gráfico $x(t)$ es una recta con lo cual la velocidad (que es la pendiente de esta recta) es constante. Como el movimiento es rectilíneo de velocidad constante, es un MRU.

El móvil pasa por el origen del sistema de referencia en t = 0 min, y avanza en el sentido de las x positivas.

b) La velocidad es la pendiente de esta recta y vale 0,6 km/min = 36 km/h = 10 m/s.

Gráfico de elaboración personal.

c) En t = 2 h el móvil se hallará en x = 72 km. Suponemos que durante esas dos horas, el móvil continuó con la misma velocidad en el camino recto.

d) En t = 30 min estará a 18 km del origen de coordenadas.

2- a) 3.

b) A.

c) B se corresponde con 1. Representan a un móvil que avanza a 40 km/h durante un intervalo de tiempo y luego avanza a 20 km/h durante un intervalo de tiempo igual al anterior. En ambos gráficos se desprecia el tiempo empleado en variar la velocidad.

d) La expresión dada para la v_m es válida para el gráfico B pero no lo es para el gráfico A.

3- 1) a) 2. b) 3. c) 1.
d) 4. e) 1. f) 1 y 4.

2)

El 5 de $v(t)$ se corresponde con el 4 de $x(t)$.
El 6 de $v(t)$ se corresponde con el 3 de $x(t)$.
El 7 de $v(t)$ se corresponde con el 2 de $x(t)$.
El 8 de $v(t)$ se corresponde con el 1 de $x(t)$.

4- En un sistema de referencia con origen en el punto de partida y sentido positivo en el sentido de movimiento de la ida; en que se prende el cronómetro en el instante en que parte:

a) Gráfico de elaboración personal.

b) v_{ida} = 6,25 m/s y v_{vuelta} = – 5 m/s.

c) Gráfico de elaboración personal.

d) En t = 40 s estará a 250 m de la partida.
En t = 85 s estará a 500 m de la partida.
En t = 125 s estará a 325 m de la partida.

5- Curva tipo I: se corresponde con la recta.

Curva tipo II: se corresponde con la curva superior (cóncava hacia abajo).

Curva tipo III: se corresponde con la curva inferior (cóncava hacia arriba).

6- a) Sí, ambos parten del mismo punto.

En t = 0 s parten del reposo (la pendiente de la recta tangente al gráfico $x(t)$ vale cero en t = 0 s) de x = 0 m.

b) Gana Martín. En el instante en el que Martín llega a la meta: x = 600 m, Diego está en x = 550 m.

c) Ninguno se detiene al llegar a la meta.

d) $v_{\text{m, Martín}}$ = 600 m / 100 s = 6 m/s.
$v_{\text{m, Diego}}$ = 600 m / 120 s = 5 m/s.

e) Diego alcanza la mayor velocidad: 15 m/s.

f) Gráfico de elaboración personal.

7- Opción correcta: El objeto se desplaza más entre los 3 s y los 4 s que entre los 2 s y los 3 s.

8- Gráficos de elaboración personal.

a) a = 2,78 m/s^2.

b) Al cabo de 5 segundos, la velocidad es de 13,9 m/s.

c) En un sistema de referencia con origen en el punto de partida, la posición a los 5 segundos es 34,75 m; y la posición a los 10 segundos es 139 m.

En los primeros 5 segundos recorre ¼ de lo que recorre en total en los 10 s (Observar esta relación analizando áreas bajo la curva del gráfico $v(t)$).

En los primeros 5 segundos recorre 34,75 m y en los siguientes 5 segundos recorre 104,25 m (139 m – 34,75 m).

9- De elaboración personal.

10.1- a) 1, 2, 3, 10, y 11.
b) 4, 5, 6 y 12.
c) 8.
d) 7.
e) 2 y 4.
f) 1 y 6.
g) 7, 8 y 11.
h) 10 y 12.
i) 1, 2, 3, 10 y 11.
j) 4, 5, 6 y 12.
k) 7, 8, y 9.
l) 3 y 5.

10. 2-
1, 2, 3, 10 y 11 tienen igual velocidad media.
4, 5, 6 y 12 tienen igual velocidad media.
7, 8 y 9 tienen igual velocidad media.

10. 3- Gráficos de elaboración personal.

10. 4-
(1-14), (2-13), (3-15), (4-16), (5-18), (6-17), (7-23), (8-22), (9-24), (10-20), (11-19), (12-21).

11- Gráficos de elaboración personal.

b) En un sistema de referencia con sentido positivo en el sentido de movimiento:

1° tramo: v_m = 10 m/s.
2° tramo: v_m = 20 m/s.
Recorrido total: v_m = 13,3 m/s.

12- Opción correcta: Los móviles se encuentran a los 8 segundos.

13- El gráfico de velocidad correcto es el dos.
El gráfico de aceleración correcto es el 5.

14- a) La velocidad a los 5 s es de 4 m/s.
c) La posición a los 5 s es 14 m.
d) No invierte el sentido de movimiento.

15- a) El gráfico $x(t)$ es una curva porque el móvil cambia su velocidad y por lo tanto hay aceleración. La velocidad es la pendiente de la recta tangente de este gráfico y el signo de la aceleración está dado por la concavidad de esta curva.

b) En $t = 2$ s el ascensor está en $x = 3$ m.

c) Ascendió para 0 s < t < 4 s.

Como el sistema de referencia se ha tomado positivo hacia arriba, el ascensor asciende cuando la pendiente de la recta tangente al gráfico $x(t)$ es positiva.

Mientras ascendió su velocidad fue variando.

En $t = 0$ s partió del reposo (la pendiente de la recta tangente al gráfico $x(t)$ es igual a cero). Aumentó su rapidez (aumentó la pendiente de la recta tangente al gráfico $x(t)$) hasta los 2 s. Luego continuó subiendo durante 0,5 s con velocidad constante (el gráfico $x(t)$ es una recta en ese intervalo). Entre $t = 2{,}5$ s y $t = 4$ s disminuyó su rapidez (disminuyó la pendiente de la recta tangente al gráfico $x(t)$) hasta detenerse en $t = 4$ s (en este instante la pendiente de la recta tangente al gráfico $x(t)$ es nula).

d) El ascensor desciende cuando la pendiente de la recta tangente al gráfico $x(t)$ es negativa (porque el sistema de referencia se tomó positivo hacia arriba), o sea para 10 s < t < 14 s.

En $t = 10$ s partió del reposo (la pendiente de la recta tangente al gráfico $x(t)$ es igual a cero). Aumentó su rapidez (aumentó el módulo de la pendiente de la recta tangente al gráfico $x(t)$) hasta los 12 s. Luego continuó bajando durante 0,5 s con velocidad constante (el gráfico $x(t)$ es una recta en ese intervalo). Entre $t = 12{,}5$ s y $t = 14$ s disminuyó su rapidez (disminuyó el módulo de la pendiente de la recta tangente al gráfico $x(t)$) hasta detenerse en $t = 14$ s (en este instante la pendiente de la recta tangente al gráfico $x(t)$ es nula).

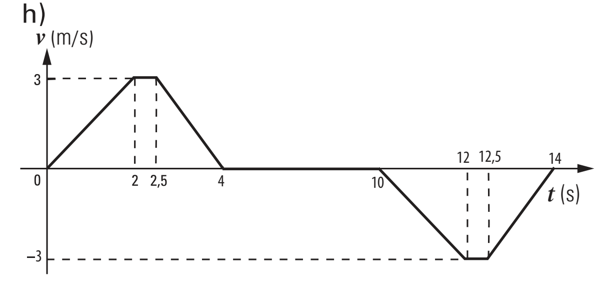
e) Estuvo detenido entre t = 4 s y t = 10 s (la pendiente de la recta tangente al gráfico $x(t)$ es nula).

f) Su velocidad fue constante para 2 s ≤ t ≤ 2,5 s y para 12 s ≤ t ≤ 12,5 s.

(Para 4 s ≤ t ≤ 10 s, su velocidad fue constante e igual a cero).

g) La máxima rapidez la alcanza en el intervalo 2 s ≤ t ≤ 2,5 s y en el intervalo 12 s ≤ t ≤ 12,5 s. Vale 3 m/s en ambos intervalos.

h)



i) Para 0 s < t < 4 s la velocidad es positiva y para 10 s < t < 14 s la velocidad es negativa.

El sistema de referencia elegido es positivo para arriba, entonces la velocidad es positiva cuando el ascensor asciende y la velocidad es negativa cuando el ascensor desciende.

j) El área bajo la curva del gráfico $v(t)$ es el desplazamiento en el intervalo de tiempo considerado.

A los 11 s el ascensor está en $x = 6$ m.

k) Gráfico de elaboración personal.

l) La aceleración es positiva para 0 s ≤ t < 2 s y para 12,5 s ≤ t < 14 s.

La aceleración es negativa para 2,5 s ≤ t < 4 s y para 10 s ≤ t < 12 s.

m) Para saber el signo de la aceleración hay que mirar la concavidad de la curva del gráfico $x(t)$, o el signo de la pendiente de la recta tangente en el gráfico $v(t)$.

n) El ascensor aumenta su rapidez cuando aumenta el módulo de la pendiente de la recta tangente en el gráfico $x(t)$. Esto suceda para 0 s ≤ t < 2 s y para 10 s ≤ t < 12 s.

El ascensor disminuye su rapidez cuando disminuye el módulo de la pendiente de la recta tangente en el gráfico $x(t)$. Esto suceda para 2,5 s ≤ t < 4 s y para 12,5 s ≤ t < 14 s.

Otra forma de analizar si aumenta o disminuye la rapidez es observando el signo de la velocidad y la aceleración. Si ambas tienen el mismo signo, aumenta la rapidez. Si tienen signo contrario, disminuye la rapidez. Y otra forma de verlo también es observando el gráfico $v(t)$.

ñ) El área bajo la curva del gráfico $a(t)$ es la variación de la velocidad en el intervalo de tiempo considerado.

La velocidad en $t = 3$ s vale 1 m/s.

16. 1- Opción correcta: 6 m y 4 s.

16. 2- Si bien las formas de las curvas podrían ajustar a un tiro vertical, la pendiente de $v(t)$ no corresponde a la aceleración de la gravedad.

17- Son verdaderas: b,c,d,f.

18- a) y b) Gráfico de elaboración personal.
c) La altura máxima es de 45 m.
d) La velocidad con que llega al piso es de – 30 m/s (en un sistema de referencia positivo hacia arriba).

19- a) La velocidad luego de 2 s es de – 20 m/s (en un SR positivo hacia arriba).
b) Gráfico de elaboración personal.
c) Luego de 2 s está a 25 m del piso.

20- a) Falso. Justamente cuando se desprecia el rozamiento con el aire es que un proyectil se mueve con la aceleración de la gravedad.

b) Falso. Es cierto que primero el movimiento es desacelerado y luego acelerado. Pero lo que cambia de signo (de sentido) es la velocidad. La aceleración de la gravedad apunta hacia el centro de la Tierra siempre.

c) Verdadero. Si en el tubo se ha hecho vacío, ambos caen con la misma aceleración, la de la gravedad, con lo cual caen juntos.

d) Verdadero. Por ejemplo cuando un auto parte del reposo (su velocidad inicial vale cero), pero su aceleración es distinta de cero (esta aceleración hace que cambie la velocidad y deje de ser cero como era inicialmente). Otro ejemplo podría ser en la altura máxima de un tiro vertical, donde la velocidad vale cero y la aceleración es la de la gravedad.

e) Falso. Observando el área bajo la curva $v(t)$ se ve que en la mitad del tiempo que le lleva al proyectil en subir, el área es mayor que la mitad de la altura máxima.

f) Verdadero. Observando el área bajo la curva $a(t)$ se ve que la variación de velocidad es la misma entre el instante de lanzamiento y la mitad del tiempo que le lleva alcanzar la altura máxima; y entre ese instante y el instante de la altura máxima.

g) Falso. Son vectores opuestos. La rapidez (el módulo de la velocidad) es la misma, pero los vectores tienen sentido contrario (en el instante de lanzamiento la velocidad es un vector que apunta hacia arriba y en el instante en que llega al piso la velocidad es un vector que apunta hacia abajo).

21- a) Gráfico de elaboración personal.

b) El proyectil B tarda el doble de tiempo que el A en alcanzar su altura máxima.

La altura máxima que alcanza el proyectil B es cuatro veces mayor que la altura máxima que alcanza el A.

c) Gráfico de elaboración personal.

22- a) En el gráfico de estatura en función de la edad, se observa que ésta aumenta hasta los 16 años en las mujeres y en los varones hasta los 18 años, luego de lo cual se estabiliza y se mantiene en un valor constante. Podemos decir que la estatura en función de la edad es creciente desde el nacimiento hasta el fin de la pubertad.

La velocidad de crecimiento, desde el nacimiento hasta el fin de la pubertad es siempre positiva porque la estatura es creciente, pero su intensidad va variando a lo largo de los años.

En el gráfico de estatura en función de la edad, lo podemos observar analizando la pendiente de la recta tangente. Vemos que en ambos sexos la velocidad de crecimiento luego del nacimiento disminuye rápidamente hasta los dos años. En la etapa preescolar y escolar temprana la velocidad de crecimiento continúa disminuyendo pero en forma mucho más lenta. En la etapa de la pubertad se observa un aumento de la velocidad de crecimiento. Reconocemos en el gráfico esta etapa, que en las mujeres se da alrededor de los 12 años y en los varones a los 14 años, por el aumento de la pendiente de la recta tangente. Luego de esta etapa vuelve a disminuir la velocidad de crecimiento hasta el fin de la pubertad en que se estabiliza la estatura y la velocidad de crecimiento se hace cero porque la pendiente de la recta tangente se hace cero.

Este análisis que hicimos de la pendiente de la recta tangente en el gráfico de estatura en función de la edad se ve plasmado en el gráfico de velocidad de crecimiento en función de la edad. Esta velocidad es siempre positiva hasta que finaliza la pubertad. Va disminuyendo con distinto ritmo hasta la etapa escolar temprana, crece en la pubertad (antes en las mujeres que en los varones) y luego vuelve a disminuir hasta anularse al finalizar esta etapa.

Observemos nuevamente el gráfico de estatura en función de la edad y prestamos atención a la concavidad. Vemos que cuando disminuye la pendiente de la recta tangente (manteniéndose positiva), la curva es cóncava hacia abajo (la aceleración de crecimiento es negativa) y por eso hay una desaceleración en el crecimiento (el gráfico de velocidad de crecimiento en función de la edad es decreciente).

En la etapa que corresponde al inicio de la pubertad, la curva se hace cóncava hacia arriba (aceleración de crecimiento positiva) y velocidad de crecimiento positiva (pendiente de la recta tangente positiva) con lo cual hay una aceleración en el crecimiento (el gráfico de velocidad de crecimiento en función de la edad es creciente).

En la última etapa de la pubertad la curva vuelve a ser cóncava hacia abajo y nuevamente hay una desaceleración en el crecimiento (el gráfico de velocidad de crecimiento en función de la edad es decreciente).

b) Al comparar el crecimiento de los varones y las niñas, vemos que es similar hasta la edad de inicio de la pubertad y que las niñas alcanzan esta etapa antes que los varones. Las mujeres finalizan su crecimiento antes que los varones y ellos continúan creciendo durante dos años más, alcanzando mayor estatura que ellas.

c) El área bajo la curva de velocidad de crecimiento en función de la edad representa la variación de la estatura en el intervalo de tiempo considerado.

Comparando esta área para los varones y las niñas vemos que a los 13 años las mujeres son más altas que los varones de su misma edad. Pero al llegar a la adultez los varones son más altos que las mujeres.

d) De elaboración personal completar los gráficos. Luego de los 40 años, cuando la estatura disminuye, la velocidad de crecimiento es negativa (porque la estatura es una función decreciente con lo cual la pendiente de la recta tangente es negativa).

23- a) A los dos años, la velocidad de crecimiento del cerebro y del tejido linfático es mayor que la velocidad de crecimiento general del cuerpo.

b) Entre los 13 y los 20 años la velocidad de crecimiento de los órganos reproductores es mayor que la general del cuerpo.

c) A los 11,5 años el tejido linfático invierte su sentido de crecimiento. Antes de los 11,5 años el tejido linfático crece, la pendiente de la recta tangente a esta curva es positiva, con lo cual la velocidad de crecimiento de este tejido es positivo. Después de los 11,5 años el tejido linfático decrece, la pendiente de la recta tangente a esta curva es negativa, con lo cual la velocidad de crecimiento de este tejido es negativo.

d) El cerebro mantiene el mismo sentido de aceleración de crecimiento hasta alcanzar la edad de 11 años. Lo observamos en el gráfico mirando la concavidad de la curva. En el caso del cerebro, hasta esa edad, la curva siempre es cóncava hacia abajo. El cerebro crece (la pendiente de la recta tangente es positiva) pero su velocidad de crecimiento es cada vez menor hasta alcanzar la edad de 11 años en que se detiene su crecimiento.

e) Gráfico de elaboración personal.

24.1- a) Para analizar si el crecimiento es rápido o lento, hay que observar la pendiente de la recta tangente al gráfico de número de individuos en función del tiempo.

Primer punto: desde el comienzo hasta 1.
Segundo punto: desde 1 hasta 2.
Tercer punto: desde 3 hasta 5.
Cuarto punto: Después de 5.

b) Gráfico de elaboración personal.

El área bajo la curva de este gráfico representa la variación de la cantidad de individuos en el intervalo de tiempo considerado.

c) Los gráficos son semejantes a los del ejercicio 15 en el intervalo (0 s, 10 s) d) A medida que aumenta la cantidad de individuos, disminuye la cantidad de recursos disponibles. La tasa de crecimiento de individuos tiene signo positivo (la pendiente de la recta tangente del número de individuos es positiva) y la tasa de la cantidad de recursos disponibles tiene signo negativo (la pendiente de la recta tangente de la cantidad de recursos es negativa).

24.2- a) Aurelia.

b) Cuando son cultivados juntos, en un primer momento la tasa de crecimiento de Caudatum es mayor que la de Aurelia, pero al llegar a los 6 días Caudatum comienza a disminuir su población hasta hacerse muy pequeña en el día 15. Al disminuir la población de Caudatum, disminuye la competencia por el alimento y Aurelia continúa su crecimiento y logra alcanzar una población igual a la que hubiera adquirido si hubiera sido cultivado separadamente.

c) Gráfico de elaboración personal

Dinámica

25- La resultante sobre cada uno de ellos es nula.

26- 2000 N.

27- Opción correcta: La fuerza resultante sobre el cuerpo cambia de sentido en t = 4 min.

28- Caso superior: a) La fuerza resultante es de 25 kgf y apunta hacia abajo.

b) La aceleración es de 16,67 m/s^2 y apunta hacia abajo.

Caso inferior: a) La fuerza resultante es de 5 kgf y apunta hacia abajo.

b) La aceleración es de 3,33 m/s^2 y apunta hacia abajo.

29- a) Sobre la pelota actúan el peso que le hace la Tierra y la fuerza vertical hacia arriba que le hace la mano. Como la pelota está en equilibrio ambas fuerzas tienen igual intensidad. Los respectivos pares de interacción, con igual intensidad y dirección, pero sentido contrario, están aplicados en la Tierra y en la mano.

b) Mientras la pelota sube en contacto con la mano, sobre ella actúa el peso que le hace la Tierra con igual intensidad que en el ítem a) y la fuerza que le hace la mano. Si la pelota se acelera para arriba, la intensidad de la fuerza que hace la mano es mayor que el peso. Sus respectivos pares de interacción están aplicados en la Tierra y en la mano.

c) Cuando la pelota está en el aire, si puede despreciarse el rozamiento con el aire, sobre ella solo actúa el peso y la aceleración que adquiere es la de la gravedad.

30- Opción correcta: Una bolsa de papas que pese 50 kgf en la Tierra, tendrá una masa de 50 kg en todas partes.

31- Opción correcta: Se mueve con movimiento rectilíneo uniformemente variado siendo su aceleración 0,5 m/s^2.

32- La masa del paquete es de 2,25 kg.

33- a) F b) V c) V d) V
e) F f) F g) F h) F

34- a) La tensión del cable es de 9600 N.

b) y c) Si se corta el cable, la única fuerza que actúa es el peso y la aceleración es la de la gravedad (despreciamos el rozamiento con el aire). Si estaba subiendo, continuará subiendo cada vez más despacio hasta detenerse y luego caerá cada vez más rápido.

35- a) 800 N b) 800 N c) 960 N
d) 640 N e) 640 N f) 960 N g) 0 N

36- Ascendiendo y frenando con una aceleración de g/5.

37- A) Observando el gráfico $y_{CM}(t)$:

1. Para $t \leq t_a$ la pendiente de la recta tangente del gráfico $y_{CM}(t)$ es igual a cero, con lo cual la velocidad del CM es nula. Un instante justo después de t_a la pendiente de la recta tangente deja de ser cero.

2. En t_c y en t_f.

3. El CM desciende para $t_a < t < t_c$ y para $t_f < t < t_g$. En estos intervalos, la pendiente de la recta tangente al gráfico $y_{CM}(t)$ es negativa; lo que significa que se mueve en sentido contrario al sistema de referencia elegido. Como el sistema de referencia es positivo hacia arriba, entonces, en esos intervalos desciende.

4. El CM asciende para $t_c < t < t_f$. En este intervalo, la pendiente de la recta tangente al gráfico $y_{CM}(t)$ es positiva, o sea que se mueve en el mismo sentido que el sentido positivo elegido en el sistema de referencia.

5. En t_d sube con la máxima rapidez, porque en ese instante, la pendiente de la recta tangente al gráfico $y_{CM}(t)$ es positiva y de módulo máximo.

6. Antes del despegue, en t_b baja con la máxima rapidez, porque en ese instante, la pendiente de la recta tangente al gráfico $y_{CM}(t)$ es negativa pero de módulo máximo (en el descenso antes del despegue).

B) Observando el gráfico $v(t)$:

1. Tiene velocidad nula para $t \leq 0{,}8$ s, en $t = 1{,}4$ s y en $t = 1{,}85$ s. Entonces, $t_a = 0{,}8$ s, $t_c = 1{,}4$ s y $t_f = 1{,}85$ s.

2. Desciende cuando la velocidad es negativa, o sea para 0,8 s < t < 1,4 s y para 1,85 s < t < 2 s.

3. Asciende cuando la velocidad es positiva, o sea para 1,4 s < t < 1,85 s.

4. La aceleración del CM es nula cuando la pendiente de la recta tangente del gráfico $v(t)$ es nula: entre 0,2 s y 0,8 s, entre 1,1 s y 1,3 s y en 1,65 s, aproximadamente. Se observa que los instantes en los que cambia la concavidad de la curva del gráfico $y_{CM}(t)$ son: $t_b = 1{,}25$ s y $t_d = 1{,}62$ s.

6. Para 0,8 s < t < 1,25 s ($t_a < t < t_b$) la aceleración es negativa (la pendiente de la recta tangente al gráfico $v_{CM}(t)$ es negativa y el gráfico $y_{CM}(t)$ es cóncavo hacia abajo).
Para 1,25 s < t < 1,62 s ($t_b < t < t_d$) la aceleración es positiva (la pendiente de la recta tangente al gráfico $v_{CM}(t)$ es positiva y el gráfico $y_{CM}(t)$ es cóncavo hacia arriba).
Para 1,62 s < t < 2 s ($t_d < t < t_g$) la aceleración es negativa (la pendiente de la recta tangente al gráfico $v_{CM}(t)$ es negativa y el gráfico $y_{CM}(t)$ es cóncavo hacia abajo).

7. La altura máxima que alcanza respecto a la altura que tienen en el instante de despegue (t_e) es de 20 cm = (1,85 s – 1,65 s) 2 m/s / 2.

C) Causas del movimiento:

1. Cuando está en contacto con el piso actúan el peso y la fuerza de contacto. Cuando está en el aire solo actúa el peso. Se desprecia el rozamiento con el aire.
El par de interacción del peso está en la Tierra y el par de interacción de la fuerza de contacto está en el piso.

2. Para t < 0,8 s ($t < t_a$), la aceleración es nula, entonces $F_c = P$.
Para 0,8 s ≤ t < 1,25 s ($t_a \leq t < t_b$) la aceleración es negativa, entonces $F_c < P$.
En t = 1,25 s (t_b), la aceleración es nula, entonces F_c = P.
Para 1,25 s < t < 1,62 s ($t_b < t <$ td) la aceleración es positiva, entonces $F_c > P$
En t = 1,62 s (t_d), la aceleración es nula, entonces F_c = P.
Para 1,62 s < t < 1,65 s ($t_d < t < t_e$) la aceleración es negativa, entonces $F_c < P$.
Para 1,65 s < t < 2 s ($t_e < t < t_g$) la aceleración es negativa, está en vuelo, $F_c = 0$, solo actúa el peso.

3. De elaboración personal.

4. Gráfico de elaboración personal.
Para t < 0,8 s (t < ta), la aceleración es nula (la pendiente de la recta tangente del gráfico $v_{CM}(t)$ es nula), entonces $F_c = P$.
Para 1,65 s < t < 2 s ($t_e < t < t_g$), está en el aire $F_c = 0$, solo actúa el peso, entonces la aceleración es la de la gravedad. Calculando la pendiente de la recta en el gráfico $v_{CM}(t)$ en ese intervalo obtenemos una aceleración de –10 m/s².
a = ((–1,5 m/s) – 2 m/s)/(2 s – 1,65 s)= –10 m/s².

5. –0,5 m/s² y está aumentando su rapidez.

6. La F_c es máxima en la subida un poco antes de t_d y vale F_c = 1800 N y la aceleración del CM en ese instante vale 14 m/s².
En t_c, cuando la posición es la más baja, F_c = 1200 N y la aceleración del CM en ese instante vale 6 m/s².

7. En t_f, la velocidad es nula, la aceleración es la de la gravedad y la fuerza resultante es el peso.

38- La nueva aceleración del carro es de 4,5 m/s².

39- a) La aceleración media tiene la dirección y sentido de la fuerza resultante media, y su módulo es de 125 m/s².
b) 62,5 m/s
c) Solo se modifica b).

40- a) La resultante vale cero.
b) La fuerza ascensional es igual al peso (25.000 N).

41- El libro se mueve con movimiento rectilíneo uniformemente variado aumentando su velocidad a razón de 4 m/s en cada segundo.

42- La fuerza de rozamiento es paralela a la superficie de contacto, tiene igual módulo que la fuerza y sentido contrario.

43- a) Cualquier intensidad distinta de cero.
b) 2000 N c) 10.000 N
d) MRU e) Gráficos de elaboración personal.
f) 3000 N; 10.000 N; MRUV desacelerado.

Trabajo y energía

44- a) 8000 J b) – 600 J
c) 0 J d) 6928,2 J

45- a) F_3. Aumenta 120 J. b) F_7. Pierde 120 J.
c) F_1 y F_5. d) Gana. e) 5,39 m/s.

46- a) 1) –2280 J 2) –2400 J 3) –2520 J
b) 1) 120 J 2) 0 J 3) –120 J

47- a) DCL de elaboración personal. Sobre el auto actúan su peso (su par de interacción está en laTierra), la reacción normal del piso y la fuerza de rozamiento (los pares de interacción de estas fuerzas están en el piso).
b) La intensidad de la fuerza supuesta constante que actúa en el frenado es de 4000 N.

48- En (0 s, 3 s), L_R = 360 J.
En (3 s, 8 s), L_R = 0 J.
En (8 s, 11 s), L_R = –360 J.
En (11 s, 13 s), L_R = 160 J.
En (0 s, 13 s), L_R = 160 J.

49- Opción correcta: 200 m.

50- a) 18000 J
b) 24148 J
c) –6148 J

51- 1) Opción correcta: en x = 10 m.
2) Gráfico de elaboración personal.

52- a) 0,5 J en el primer metro, 1 J en el segundo metro y 4 J en los primeros cinco metros.
b) Máximo valor en x = 5 m.
Mínimo valor en x = 0 m y en x = 10 m.
c) En x = 2,9 m y x = 7,1 m.

53- Opción correcta: el segundo gráfico

54- a) 10 m/s.
b) Si se lanza oblicuamente, debe lanzarse con una velocidad mayor que la calculada en a) para que alcance una altura máxima de 5 m. En la altura máxima de un tiro oblicuo, además de la energía potencial gravitatoria (que es igual que en el ítem a)), tendrá energía cinética (ya que en la altura máxima la velocidad es horizontal); por eso es que en este caso la energía mecánica es mayor que en el ítem anterior.
c) Gráficos de elaboración personal.

55- a) 30,41 m/s.
b) 46,25 m.

56- Alcanzó mayor altura el cuerpo b.

57- Opción correcta: 75 % y 25 %.

58- Llega hasta un punto ubicado entre C y D y regresa a A.

59- a) La energía mecánica inicial del esquiador es de 25440 J (el nivel 0 para medir la energía potencial gravitatoria se tomó en la base de la colina). Solo actúan el peso y la normal. La fuerza peso es conservativa y la normal es no conservativa pero no hace trabajo porque es perpendicular a la velocidad. La energía mecánica es constante porque no actúan fuerzas no conservativas que hagan trabajo.
b) 25,2 m/s.
c) Ejercer sobre el piso una fuerza hacia atrás de modo que el piso ejerza sobre él una fuerza hacia adelante tal que L_F = 10560 J.
d) Ejercer sobre el piso una fuerza hacia delante de modo que el piso ejerza sobre él una fuerza hacia atrás tal que L_F = –16440 J.

60- a) Sobre la persona actúan el peso, el rozamiento y la normal. Hacen trabajo el peso y el rozamiento.
b) –400 J.
c) Sí. Por ejemplo empujando el piso hacia atrás para que el piso lo empuje hacia adelante.

61- 1. La suma de los trabajos de todas las fuerzas que actúan sobre él es cero.
2. Gráficos de elaboración personal.

62- a) El módulo de la velocidad inicial es 5 m/s, y la altura máxima alcanzada es H = 1 m.
b) El módulo de la fuerza de rozamiento es 10 N.

63- Opción correcta: 60 %.

64- La energía mecánica que gana el cajón depende de su peso y de los 5 m de altura.

65- a) 2400 N. b) 24000 W.

66- a) Sobre la barra actúan el peso y la fuerza que le hace el hombre. Ambas hacen trabajo.
b) La barra ganó 3000 J que le entregó el hombre.
c) 300 W
d) El hombre pierde 2500 J con una potencia media de 250 W.
e) Hay disminución de la energía interna del hombre y calor transferido al ambiente.
f) Cambian las respuestas referidas a la potencia media.

67- a) 500 W = 0,67 HP.
b) 50 W = 0,067 HP.
c) 41,67 W = 0,056 HP.

68- $ 252.

69- 30,16 HP.

70- Los trabajos son iguales en los tres casos, pero las potencias son diferentes.

71- a) 4.000 J b) 5 s c) 6 m/s

Ejercicios integradores

1- El ascensor.

a) Gráficos de elaboración personal.

b) 3 m.

c) En el primer segundo se desplazó ¼ de lo realizado en los dos primeros segundos (esta relación se deduce analizando el área bajo la curva del gráfico $v(t)$). En el 1° segundo su velocidad está entre 0 m/s y 1,5 m/s. En el 2° segundo su velocidad está entre 1,5 m/s y 3 m/s. Como el rango de velocidades es mayor durante el 2° segundo, se desplaza más en ese lapso.

$$\Delta x^{0\to 2s} = \frac{b\cdot h}{2}$$

$$\Delta x^{0\to 1s} = \frac{\frac{b}{2}\cdot\frac{h}{2}}{2} = \frac{\frac{b\cdot h}{4}}{2} = \frac{1}{4}\frac{b\cdot h}{2} = \frac{1}{4}\Delta x^{0\to 2s}$$

d) Durante todo el viaje sobre el ascensor actúan el peso y la tensión del cable.

Para 0 s ≤ t < 2 s la tensión tiene mayor intensidad que el peso.

Para 2 s ≤ t < 2,5 s la tensión tiene igual intensidad que el peso.

Para 2,5 s ≤ t < 4 s la tensión tiene menor intensidad que el peso.

e) 40,21 HP.

f)

1 (0 s ≤ t < 2 s)	aumenta	disminuye	no cambia
Energía potencial	x		
Energía cinética	x		
Energía mecánica	x		

2 (2 s ≤ t < 2,5 s)	aumenta	disminuye	no cambia
Energía potencial	x		
Energía cinética			x
Energía mecánica	x		

3 (2,5 s ≤ t < 4 s)	aumenta	disminuye	no cambia
Energía potencial	x		
Energía cinética		x	
Energía mecánica	x		

Recorrido total	aumenta	disminuye	no cambia
Energía potencial	x		
Energía cinética			x
Energía mecánica	x		

g) 34500 J.

h) 1) –67500 J. 2) 67500 J. 3) 0 J.

2- El paracaidista.

Acerca de la caída antes de abrir el paracaídas:

a) DCL de elaboración personal.

En toda la caída actúa la fuerza peso.

En t = 0 s, la velocidad es nula y por eso no hay rozamiento con el aire. Solo actúa la fuerza peso y por eso la aceleración es la de la gravedad.

Para 0 < t < 12 s, hay velocidad, y por eso hay rozamiento con el aire. A medida que aumenta la intensidad de la velocidad, también aumenta la intensidad de la fuerza de rozamiento con el aire. La aceleración que en t = 0 s era la de la gravedad, va disminuyendo.

Para 12 s ≤ t la intensidad de la fuerza de rozamiento con el aire iguala a la intensidad del peso, con lo cual se anula la aceleración.

b1) La pendiente de la recta tangente al gráfico $v(t)$ representa la aceleración.

En t = 0 s la aceleración vale 10 m/s² (la de la gravedad). Para 12 s ≤ t, la aceleración vale cero.

b2) Para 12 s ≤ t, se mueve con MRU. En ningún momento se mueve con MRUV, ya que la fuerza de rozamiento con el aire varía con la velocidad, con lo cual, sumada al peso, da por resultante una fuerza variable que produce una aceleración variable.

c) Gráfico de $x(t)$ el 3°.
Gráfico $a(t)$ el 2°.
Gráfico $R(t)$ el 1°.

d) 450 m.

e) a(0 s) = 10 m/s² y R(0 s) = Peso

f) La suma de los trabajos de las fuerzas que actúan sobre él es cero.

g) .

	aumenta	disminuye	no cambia
Energía potencial		x	
Energía cinética	x		
Energía mecánica		x	

	> 0	< 0	= 0
Trabajo del peso	x		
Trabajo de la resultante	x		
Trabajo de las fuerzas **no** conservativas		x	

Acerca de la caída después de abrir el paracaídas:

h) Cuando abre el paracaídas actúan el peso y el rozamiento con el aire (que debido al paracaídas es mucho mayor que sin él).

Como en el momento de abrir el paracaídas bajaba con la velocidad terminal y la resultante era nula, a las fuerzas que actuaban (que sumaban cero), se agrega ésta nueva del tirón debido al aumento de rozamiento debido al paracaídas. Supongo la masa del paracaidista de 80 kg, entonces,

4500 N/80 kg = a = 56 m/s² = 5,6 g hacia arriba (contrario a la velocidad, por eso desacelera)

i) 6 m/s = 21,6 km/h.

j) En el instante de impacto, Ec = m 18 J/kg. Es la misma energía que adquiriría si cayera a partir del reposo desde una altura de 1,8 m (despreciando el rozamiento con el aire).

Luego del impacto su energía cinética se anula, así que la variación de energía cinética en ambas situaciones es –m 18 J/kg. Debido a esto, la fuerza de impacto en ambas situaciones es similar.

k) La velocidad terminal es 9 veces mayor que la velocidad de aterrizaje.

La energía cinética terminal es 81 veces mayor que la energía cinética de aterrizaje.

La fuerza de impacto a la velocidad terminal sería 81 veces mayor que a la velocidad de aterrizaje.

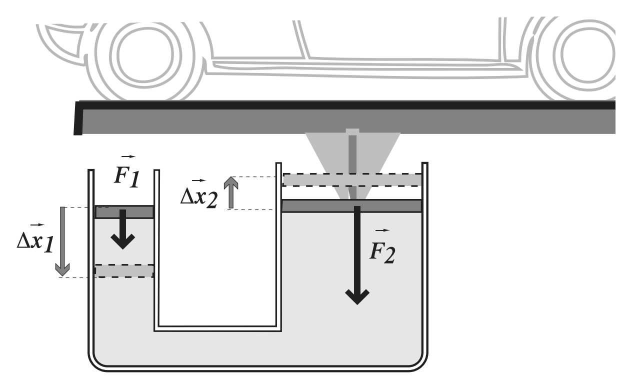
l) Flexionar las piernas le permite seguir descendiendo una vez que ha tocado el piso con los pies y que la fuerza de impacto pueda ser menor porque actúa a lo largo de una distancia mayor.

Unidad 2 Primera parte
Fluidos

Hidrostática

1- Las suelas de los zapatos de una persona de 70 kilogramos tienen un área de 100 cm² cada una. ¿Cuál es la presión adicional en el suelo, debido a la persona de pie? Expresar el resultado en kgf/cm² y en Pa. ¿Se modifica si la persona se pone en puntas de pie?

2- Los diámetros de los émbolos grande y pequeño de un elevador hidráulico son 24 y 8 cm, respectivamente. Ambos tienen masa despreciable.



a) ¿Cuál es el módulo de la fuerza perpendicular que debe aplicarse al émbolo más pequeño para mantener en equilibrio y a la misma altura el émbolo grande, sobre el cual está apoyado un automóvil de 1.000 kg? Si el émbolo chico estuviera más abajo que el grande, ¿el módulo de la fuerza sería el mismo?

b) Si el émbolo grande asciende 5 cm, ¿cuánto desciende el émbolo pequeño?

c) Si se desprecian los efectos dinámicos, ¿cuál de las siguientes relaciones es la única correcta?

☐ $p_2 = 3\,p_1$ ☐ $F_2 = 3\,F_1$ ☐ $\Delta x_2 = \Delta x_1/3$
☐ $L_{F2} = 9\,L_{F1}$ ☐ $F_2 = 6\,F_1$ ☐ $L_{F2} = -L_{F1}$

3- El enfermero te dice que tu presión arterial es 12 – 8 (12 cmHg en la sístole y 8 cmHg en la diástole). Sabés que la presión atmosférica es de 76 cmHg. Si la presión arterial fuera menor que la atmosférica, ¿cómo se explica que al lastimarte, la sangre salga de la herida en vez de que el cuerpo se infle con aire?

4- En una jeringa el émbolo tiene un área de 2,5 cm² y el líquido pasa por una aguja de 0,8 mm² de sección transversal. ¿Qué fuerza mínima debe aplicarse al émbolo para inyectar el líquido en una vena en que la presión manométrica sanguínea es de 1 cmHg?

5- a) ¿A qué altura mínima, con respecto al brazo, debe colocarse una bolsa de suero (densidad 1 kg/lt) para que el líquido entre a la vena? (presión manométrica en la vena es de 10 mmHg).

b) ¿Qué sucede si el paciente se levanta con el suero puesto y disminuye la altura de la bolsa respecto al brazo?

6- Dos vasos cilíndricos, A y B, tienen 15 cm de altura. El vaso A tiene una base de 2 cm². La base del vaso B es el doble que la de A.

En cada vaso se vierten 20 cm³ de agua.

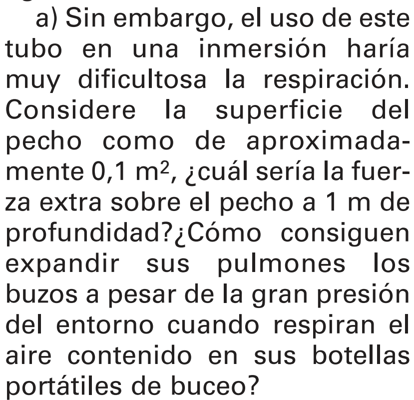
a) ¿Cuál es la presión debida al peso del agua en cada vaso a 4 cm de profundidad?

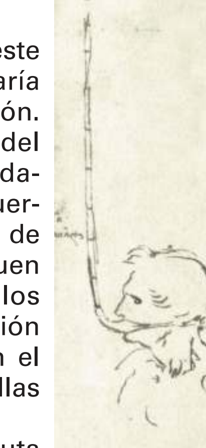
b) ¿Cuál es la presión generada por el agua en el fondo de cada vaso?

c) ¿Las presiones calculadas en a) y b) son las presiones absolutas?

7- Con un intenso esfuerzo de succión, la presión en la cavidad bucal puede ser 80 mmHg inferior a la presión atmosférica. Con esta información, ¿cuál sería la máxima altura a la que podría ser sorbida el agua con una pajita?

8- Buceo. El primer dispositivo inventado para que las personas realicen inmersiones prolongadas fue un largo tubo que conectaba la boca del buzo con la atmósfera. En la figura se muestra un tubo respiratorio diseñado por Leonardo Da Vincí. Tenía una longitud de un metro y constaba de un disco de corcho en el extremo superior de modo que siempre sobresaliera de la superficie del agua.





a) Sin embargo, el uso de este tubo en una inmersión haría muy dificultosa la respiración. Considere la superficie del pecho como de aproximadamente 0,1 m², ¿cuál sería la fuerza extra sobre el pecho a 1 m de profundidad?¿Cómo consiguen expandir sus pulmones los buzos a pesar de la gran presión del entorno cuando respiran el aire contenido en sus botellas portátiles de buceo?

b) Calcule la presión absoluta a 10 m de profundidad; exprésela en atmósferas.

La inmersión a más de 30 m de profundidad utilizando tanques con aire atmosférico comprimido puede resultar tóxico ¿cuál es la presión del aire comprimido respirado en ese caso límite?

c) La diferencia de presión entre el agua y el oído medio puede provocar un daño en los tímpanos si el buzo no hace una maniobra de compensación mientras se sumerge. Calcule la fuerza extra que soportaría la membrana del tímpano a 30 m de profundidad si la presión interna detrás del tímpano se mantuviera constante durante la inmersión. (Diámetro del tímpano 10 mm).

9- En el circuito sanguíneo periférico la sangre sale del corazón por la aorta con una presión manométrica media de unos 95 mmHg y vuelve al corazón por las venas principales con una presión manométrica de unos 3 mmHg. La caída de presión ocurre principalmente en los lechos vasculares (conformados por arteriolas, capilares y vénulas). En las arterias principales y en las venas principales no hay casi pérdida de presión por efectos viscosos. Por eso, para una persona acostada la presión manométrica en las arterias principales de todo el cuerpo es, prácticamente, la misma y vale unos 95 mmHg. A lo largo de las grandes venas la presión manométrica es también uniforme y vale unos 3 mmHg.

En cambio, cuando la persona está parada, la acción gravitatoria determina que la presión a lo largo de las arterias principales varíe en función de la altura (los efectos dinámicos son despreciables).

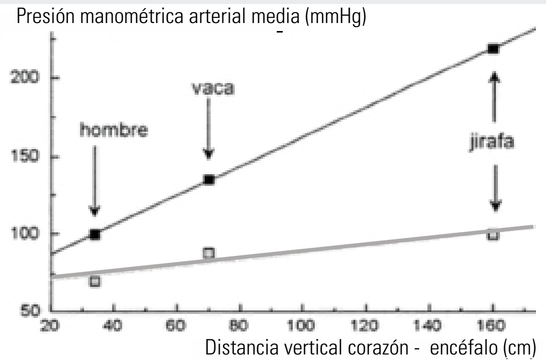
a) Estime por consideraciones hidrostáticas las diferencias de presión sanguínea entre las arterias de la cabeza y el corazón, del corazón y los pies, y de la cabeza y los pies de una persona parada de 1,75 m de altura. Aproxime la densidad de la sangre por 1 kg/l y la distancia entre la cabeza y el corazón por 50 cm.

b) Calcule la presión manométrica, expresada en mmHg, en una arteria mayor y en una vena mayor del pie cuando la persona está parada.

10- a) La jirafa mide unos 5 m y su corazón está aproximadamente a la mitad de su altura. Tiene una presión manométrica arterial, en reposo y a nivel de la aorta, de 240 y 190 mmHg (sistólica y diastólica) ¿este valor de presión tan alto qué problema hidrostático le resuelve?¿qué problema le resuelve la piel de las patas que forma un manguito apretado a modo de "medias elásticas"? Estime la presión manométrica arterial en las patas. Aproxime la densidad de la sangre por 1 kg/l.

b) También cuenta con una red de vasos y válvulas en el cuello que previenen el exceso de flujo de sangre al cerebro cuando la jirafa baja su cabeza para tomar agua ; estime la diferencia de presión sanguínea que habría en el cerebro debida a la gravedad entre una posición y otra, si no tuviera esta adaptación.

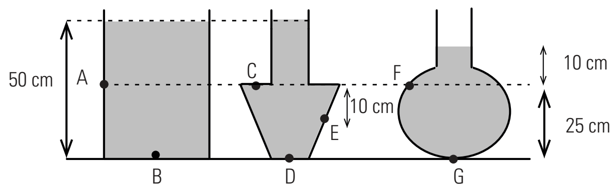
c) El gráfico adjunto muestra la presión manométrica arterial media a nivel del corazón y a nivel del encéfalo en función de la distancia vertical (en posición erecta) entre el corazón y el encéfalo para distintos animales.



Identifique qué línea corresponde a la presión a nivel del corazón y qué línea corresponde a la presión a nivel del encéfalo.

d) Usando los valores del gráfico, justifique el valor de la diferencia de presión arterial entre el corazón y el encéfalo para cada especie.

11- Los tres recipientes abiertos de la figura contienen agua hasta los niveles indicados.



a) Indique la dirección y el sentido de las fuerzas que el líquido ejerce sobre las paredes del recipiente en los puntos marcados.

b) En referencia a las presiones hidrostáticas en los puntos dados, ordénelas de menor a mayor, sin efectuar cálculos.

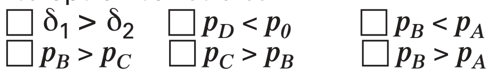
c) Calcule la presión hidrostática (en este caso, coincidente con la manométrica) en cada uno de los puntos indicados.

12- Un recipiente cerrado contiene aire a presión atmosférica y está conectado a un manómetro en forma de U que contiene mercurio y cuya otra rama está abierta a la atmósfera. Si se extrae aire del recipiente, cuando la presión en su interior sea 1/4 de atmósfera, el nivel de mercurio en la rama A conectada al recipiente estará, respecto a la rama B abierta (la presión atmosférica es la normal):

- ☐ A 57 cm más alto que B
- ☐ A 57 cm más bajo que B
- ☐ A 19 cm más alto que B
- ☐ A 19 cm más bajo que B
- ☐ A 76 cm más alto que B
- ☐ A a la misma altura que B

13- El tubo de la figura tiene ambos extremos abiertos, y contiene dos líquidos inmiscibles (que no se mezclan entre sí) en equilibrio, de densidades δ_1 y δ_2, respectivamente. La presión atmosférica es p_0.

a) Si se desprecia la variación de la presión con la altura en el aire, la única opción correcta es:

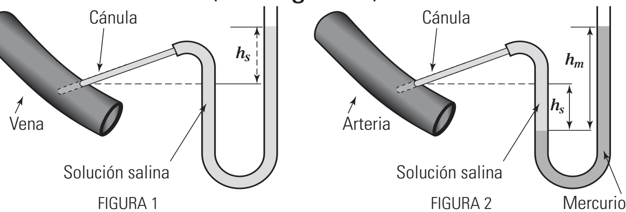


☐ $\delta_1 > \delta_2$ ☐ $p_D < p_0$ ☐ $p_B < p_A$

☐ $p_B > p_C$ ☐ $p_C > p_B$ ☐ $p_B > p_A$

b) Si $\delta_1 = 800$ kg/m³ ; $\delta_2 = 1000$ kg/m³ ; $h_1 = 20$ cm; ¿cuál es el desnivel entre A y B?

14- La presión sanguínea se puede medir por un método invasivo llamado *canulación*. Se inserta en el vaso una cánula que contiene una solución salina con anticoagulante, cuya densidad es 1060 kg/m^3, y se conecta a un manómetro de tubo abierto. (Ver Figura 1)



a) ¿Cuál es la altura de la solución h_s cuando se mide una presión manométrica venosa de 5 mmHg?

b) ¿Cuál debería ser esa altura si se midiera una presión manométrica arterial de 90 mmHg?; ¿resultaría práctico?

c) Para presiones arteriales se agrega en el tubo también mercurio, cuya densidad es de 13600 kg/m^3 (ver figura 2). Las medidas de las alturas de ambos líquidos en las dos ramas permiten medir la presión en el vaso sanguíneo.

Si h_S= 5 cm y h_m = 9 cm; calcule la presión manométrica de la arteria, expréselo en pascales y en mmHg.

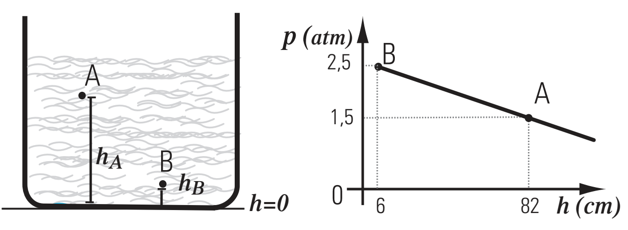
15- Dos líquidos inmiscibles se encuentran en equilibrio, uno sobre el otro, formando capas de igual espesor de 1 m cada una, en un recipiente abierto por arriba y sometido a la presión atmosférica (p_{atm} = 100 kPa). Las densidades de los líquidos son δ_1 = 0,8 g/cm^3 y δ_2 = 1 g/cm^3:

a) Calcule la presión absoluta en el fondo del recipiente.

b) ¿Cuántos centímetros hay que descender, respecto de la superficie libre del líquido superior en contacto con la atmósfera, para registrar una presión absoluta de 111 kPa?

c) Realice un gráfico de la presión manométrica en función de la profundidad desde la superficie libre del sistema hasta el fondo del recipiente, indicando los valores significativos que considere necesarios para la correcta descripción de la variación de la presión.

16- En el gráfico se representa la presión absoluta en función de la **altura** en el seno de un líquido desconocido.



a) ¿De qué líquido se trata?

b) Calcule la densidad del líquido.

c) Considerando que la presión atmosférica es normal, ¿a qué altura, respecto de la base del recipiente, está la superficie libre del líquido?

d) Exprese la presión manométrica en A en pascales y en centímetros de mercurio.

Fluidodinámica

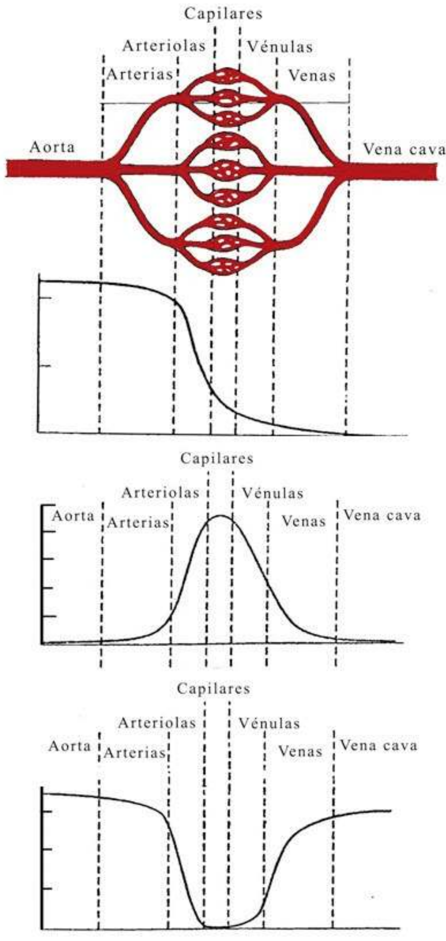
17- El caudal medio de la sangre que circula en un tramo de un vaso sanguíneo que no presenta ramificaciones es de 1 litro por cada minuto. Densidad aproximada de la sangre es 1 kg/l.

a) ¿Cuál es la velocidad media de la sangre en un tramo en el que vaso tiene un radio interior de 0,5 cm?

b) Si debido al depósito de colesterol en las paredes internas del vaso, su radio interno se redujera a la mitad, ¿con qué velocidad media circularía la sangre en este tramo afectado?

18- La sangre sale del corazón a través de la aorta que se ramifica en arterias de menor sección. En el sistema circulatorio, siempre que un vaso tronco se ramifica ocurre que las ramas son de menor sección que el tronco, pero la sección total de las ramas es mayor que la sección del tronco original. Por ejemplo, la sumatoria de las secciones de las arterias es mayor que la sección de la aorta. Este esquema se repite en la ramificación de arterias, arteriolas y los finísimos capilares que conducen la sangre a los órganos y músculos. Luego sigue un esquema inverso: el flujo pasa desde los capilares a las vénulas, venas menores y venas mayores que llevan de vuelta la sangre al corazón.

a) Indique cuál de los tres gráficos representa mejor la sección total de los vasos sanguíneos a lo largo de los distintos sectores del sistema circulatorio. E indique cuál es el gráfico que mejor representa la velocidad de la sangre en los diferente tramos.



b) Esta cárecteristica del árbol circulatorio, ¿qué implicancia tiene respecto a la velocidad de la sangre a lo largo del circuito? ¿qué ventaja funcional tiene esta estructura?

c) Sabiendo que el caudal sanguíneo es, para una persona en reposo, de 5 l/min y los radios disminuyen desde 10 mm para la aorta a 0,008 mm para los capilares y la sección total de los capilares de aproximadamente 2000 cm^2.

i) Determinar el número de capilares y el caudal en cada uno de ellos.

ii) Determinar la velocidad de la sangre en la aorta y en cada uno de los capilares.

19- Un caño de 4 cm^2 de sección por el que fluye un líquido con velocidad v y caudal Q se ramifica en dos caños iguales, de 1 cm^2 de sección cada uno. Entonces, en cada uno de esos caños la velocidad y el caudal de líquido son, respectivamente:

- ☐ $v/2$ y $Q/2$
- ☐ $2v$ y Q
- ☐ v y $Q/2$
- ☐ v y Q
- ☐ $v/2$ y Q
- ☐ $2v$ y $Q/2$

Fluidos ideales

20- Por una tubería con un área de la sección transversal de 4,20 cm^2 circula el agua, considerada fluido ideal, a una velocidad de 5,18 m/s. El agua desciende gradualmente 9,66 m mientras que el área del tubo aumenta a 7,60 cm^2

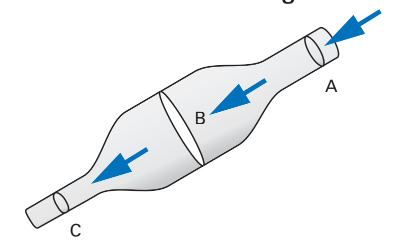
a) ¿Cuál es su velocidad en el nivel inferior?

b) Si la presión en el nivel superior es de 152 kPa; ¿cuál es la presión en el nivel inferior?

21- Un líquido de viscosidad insignificante fluye por un caño horizontal en régimen estacionario y laminar. En cierto lugar del caño el fluido tiene presión p y velocidad v. En otro lugar del caño, donde la sección es menor, la presión p' y la velocidad v' cumplen:

- ☐ $p' < p \quad v' > v$
- ☐ $p' < p \quad v' < v$
- ☐ $p' > p \quad v' > v$
- ☐ $p' > p \quad v' < v$
- ☐ $p' = p \quad v' > v$
- ☐ $p' = p \quad v' < v$

22- Un líquido ideal fluye con caudal constante por un tubo como el de la figura.



22.1- ¿Cuál es la única afirmación, entre las seis que siguen, que es siempre correcta?:

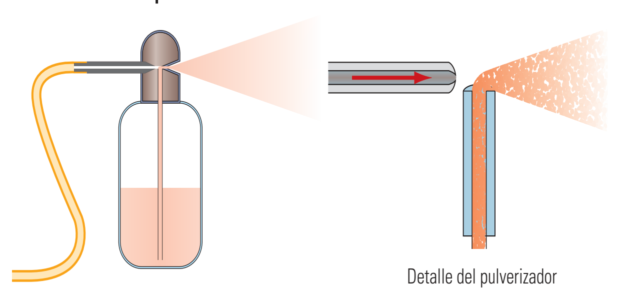
- ☐ La presión en A es la menor de las tres
- ☐ la presión en A es menor que en B
- ☐ la presión en C es la menor de las tres
- ☐ la presión en A es mayor que en C
- ☐ la presión en C es la mayor de las tres
- ☐ ninguna de las afirmaciones anteriores es siempre correcta

22.2- Idem ejercicio anterior en el caso de que el fluido circulara en el sentido contrario.

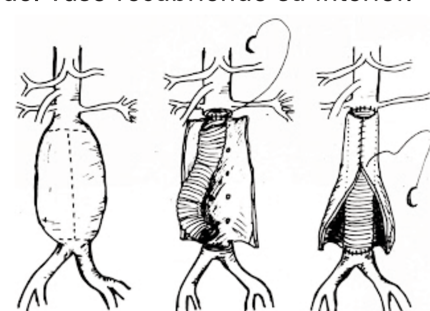
23- a) ¿A qué se debe que bajo los efectos del viento los techos de chapa tienden a volarse hacia arriba?

b) ¿Por qué es peligroso pararse muy cerca del borde de un andén?

c) En la ilustración que sigue se muestra un aerógrafo. El aparato sirve para pulverizar pintura mediante aire a presión sobre la superficie que se quiere pintar. Explique el funcionamiento de este dispositivo.



24- En la afección denominada *aneurisma* una pequeña porción de un vaso sanguineo se dilata por una debilidad de la pared, formándose unapequeña protuberancia con forma de globo. Una de las técnicas de reparación consiste en colocar en la zona ensanchada un injerto de tela sintética dentro del vaso recubriendo su interior.



Explique por qué esta patología, si no se trata, tiende a agravarse, causando la rotura del vaso. Considere que la diferencia de alturas es insignificante.

25- Un líquido de viscosidad insignificante de densidad 1 kg/l se mueve a razón de 3 mm/s por un tubo horizontal de 2 cm de diámetro. En cierta parte, el tubo reduce su diámetro a 0,5 cm.

¿Cuál es la diferencia de presión del líquido entre ambas secciones? Indique cuál es mayor.

26- Por un caño horizontal de sección variable fluye un líquido de viscosidad insignificante. Calcule la diferencia de presión entre los extremos del caño (indique cuál es mayor) en función de la velocidad de entrada v y la densidad del líquido δ si:

a) la sección a la salida del caño es el triple que la de entrada,

b) el diámetro a la salida del caño es el triple que el de la entrada.

27- Una bomba permite regular el caudal circulante de un fluido ideal dentro de una tubería horizontal que tiene un estrechamiento.

a) ¿La diferencia de presión entre la parte ancha y la parte angosta depende o no del caudal circulante?

b) Si el fluido no circula ¿cuál es la diferencia de presión entre la parte ancha y la estrecha?

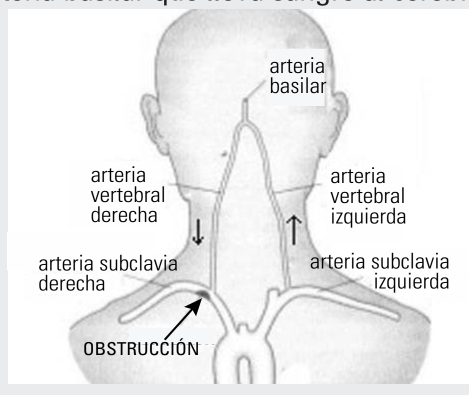
c) Si en cierta ocasión aumenta la potencia de la bomba aumentando el caudal, ¿la diferencia de presión entre la parte ancha y la estrecha es mayor o menor a la que tenía originalmente.

d) Para un caso en que el caudal aumente al doble del valor que tenía, encuentre la relación entre la nueva y la antigua diferencia de presión entre la parte ancha y la estrecha.

28- Síndrome del robo de la subclavia

En 1954 el célebre músico Arturo Toscanini se desmayó en el escenario mientras estaba dirigiendo su orquesta. Sufrió un *ataque isquémico transitorio* (AIT) por el llamado *Síndrome del robo de la subclavia.*

Como muestra la figura, las arterias subclavias derecha e izquierda irrigan sendos miembros superiores. De cada una bifurca una rama con flujo hacia la cabeza, la arteria vertebral. Las arterias vertebrales derecha e izquierda confluyen en la arteria basilar que lleva sangre al cerebro.



En el síndrome del robo de la subclavia existe un estrechamiento de una de las dos arterias subclavias en un punto próximo al punto de bifurcación de la arteria vertebral. En el caso de la figura, un depósito de placa reduce el radio efectivo de la arteria subclavia derecha. El ataque cerebrovascular ocurre en el momento que la persona ejercita vigorosamente el brazo derecho. Durante el evento el flujo por esa arteria vertebral se invierte: la sangre que sube por la arteria vertebral izquierda en lugar de seguir subiendo por la arteria basilar, se desvía y baja por la arteria vertebral derecha alimentando la subclavia afectada.

La arteria subclavia derecha "roba" la sangre que debería ir al cerebro provocando un desmayo. El ataque es transitorio pues en el reposo la sangre en ambas arterias vertebrales vuelve a fluir normalmente hacia la arteria basilar.

a) ¿Cómo es la presión en el tramo del vaso estrechado respecto al resto del vaso?

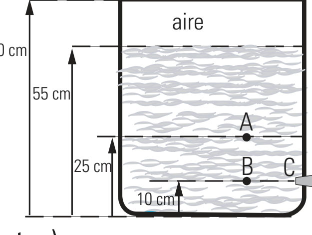
b) ¿Por qué el ataque ocurre cuando el individuo agita el brazo derecho?

29- En el recipiente cerrado de la figura hay un líquido ideal en equilibrio con aire en su parte superior. Las presiones en **A** y **B** son 2,4 atm y 2,6 atm, respectivamente.

a) ¿Cuál es la densidad del líquido?

b) ¿Cuál es la presión del aire encerrado sobre la superficie del líquido?

c) ¿Cuál es la presión manométrica sobre el tapón en C?

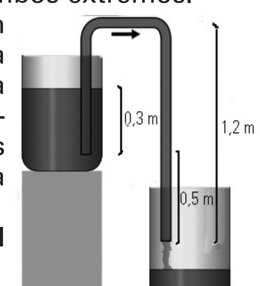


d) El tapón tapa un orificio de pequeña sección, respecto de la sección del tanque. ¿Con qué velocidad saldrá el chorro en el momento que se destape el orificio?(p_{atm} = 1 atm)

e) ¿Con qué velocidad inicial saldría si el tanque estuviera destapado? ¿Depende de la densidad del líquido?

30- Se llena una manguera con nafta y se cierra por sus dos extremos. Se introduce un extremo en un depósito de nafta a 0,3 m por debajo de la superficie y el otro a 0,5 m por debajo del primer extremo y se abren ambos extremos.

El tubo tiene una sección transversal interior de área 4.10^{-4} m^2. La densidad de la nafta es 680 $kg.m^{-3}$ y su viscosidad es despreciable. Ambos recipientes están abiertos a la atmósfera.



a) ¿Cuál es el caudal inicial del flujo?

b) ¿Cuál sería el caudal inicial si el tubo tuviera la mitad de radio?

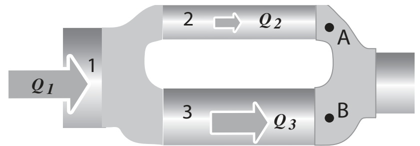
c) ¿Cuánto vale la presión manométrica en el arco superior de la manguera?

31- Un líquido no viscoso viaja a 20 cm/s por un tubo horizontal de 2 cm de radio, siendo su presión de 8 Pa. Luego se ramifica en varios tubos horizontales iguales de 1 cm de radio; en cada uno de ellos la velocidad vale 10 cm/s. La densidad del líquido es de 1,8 kg/l.

a) ¿En cuántos tubos se ramifica?

b) ¿Cuál es la presión en cada conducto luego de la ramificación?

32- Dos caños de igual longitud, apoyados en una misma superficie horizontal, están conectados como indica la figura. La sección del tubo [1] es de 6 mm^2, la del [2] es 2 mm^2 y la del tubo [3] es 3 mm^2. Por el conjunto circula un líquido no viscoso y la presión en A es la misma que en B. Si por el tubo [2] circula un caudal Q_2 de 10 ml/s, ¿cuánto vale el caudal Q_1 por [1]?



Fluidos reales

33- La velocidad de la sangre en la arteria grande que irriga el lecho vascular de un órgano, es mucho mayor que la velocidad en el capilar, ¿por qué? De acuerdo al teorema de Bernoulli, cabría esperar que la presión en el capilar fuera mayor que la presión en la arteria (puede despreciarse la variación de presión con la altura). Sin embargo la presión en la arteria es mucho mayor que la presión capilar; ¿cómo explica esta aparente paradoja?

34- Por un tubo horizontal con una longitud de 25 cm circula un líquido a razón de 0,3 ml/s. ¿Cuál es la diferencia de presión entre sus extremos en los siguientes casos?

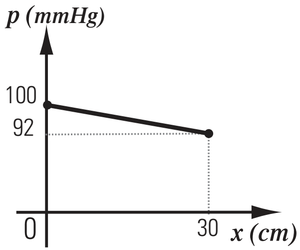
a) El líquido tiene viscosidad despreciable.

b) El líquido es agua a 20 °C, cuya viscosidad es 1 cp. (1 cp = 10^{-3} Pa.s) y el tubo tiene un diámetro interior de 1,2 cm.

c) El líquido es agua a 20 °C y el tubo tiene un diámetro interior de 1,2 mm.

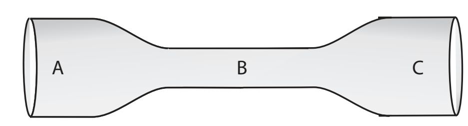
d) El líquido es sangre a 37 °C, cuya viscosidad es 4 cp (el tubo tiene un diámetro interior de 1,2 mm).

35- Un fluido cuyo coeficiente de viscosidad es de 4 cp circula por un tubo horizontal cuya sección constante es de 0,45 cm^2. Se adjunta el gráfico de la presión manométrica en función de la posición, en un sistema de referencia en el que el eje x tiene la dirección del tubo y se ha elegido el sentido positivo en el sentido del flujo.



Determine el valor del caudal y la velocidad de circulación.

36- Para un tubo horizontal de sección variable, como muestra la figura, con un fluido viscoso que entra por A y sale por C (S_A = S_c); determine para los puntos A, B y C, qué opción es la correcta.



☐ La velocidad en C es menor que en A.

☐ Las velocidades y presiones en los tres puntos son iguales.

☐ Las presiones en A y C son iguales.

☐ La velocidad y la presión en A es mayor que en B.

☐ La velocidad en A es menor que en B, y la presión en A es mayor que en C.

☐ La diferencia de presión entre A y B es la misma que entre C y B.

37- Resuelva el problema **22** considerando que la viscosidad del líquido no es despreciable.

38- Por dos caños cilíndricos A y B, de igual longitud circula agua, ¿cuál es la relación entre sus resistencias hidrodinámicas si la sección de A es el doble que la de B?

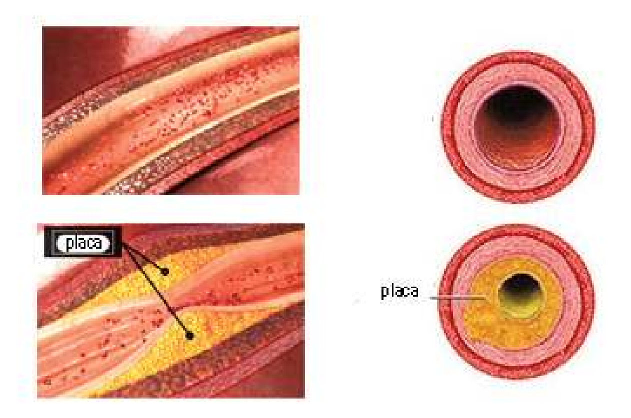
☐ $R_A = 0{,}25\ R_B$ ☐ $R_A = 2\ R_B$

☐ $R_A = 0{,}5\ R_B$ ☐ $R_A = R_B$

☐ $R_A = 4\ R_B$ ☐ $R_A = 16\ R_B$

39- Cuando se establece una diferencia de presión de 0,5 atm entre los extremos de cierto tubo recto de sección circular, fluye agua (coeficiente de viscosidad 1 cp) a razón de 30 litros por cada minuto. ¿Cuál sería el caudal de agua si se reemplazara el caño por otro de longitud y diámetro dobles que el anterior, sin modificar la diferencia de presión?

40- En la *aterosclerosis* se depositan lípidos en las paredes arteriales y consecuentemente el diámetro efectivo es menor al normal.



a) ¿En qué proporción cambia la resistencia de una arteria que por el depósito de placa de grasa ha reducido el diámetro efectivo al 84 % de su valor normal?

b) ¿En qué factor debe cambiar la diferencia de presión en los extremos de la zona afectada de la arteria para que el caudal sea el mismo?

41- Encuentre la resistencia equivalente que presentan tres caños que tienen la misma resistencia hidrodinámica R, cuando se conectan:

a) En serie.

b) En paralelo.

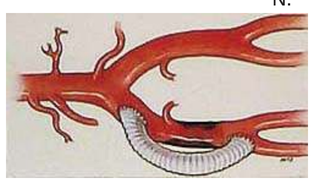
c) Dos en serie y luego en paralelo con el tercero.

d) Dos en paralelo y luego en serie con el tercero

42- Una sección de cañería, por donde circula un fluido viscoso, está formada por dos caños rectos de la misma longitud y material cuyas secciones son de 3 cm^2 y 4 cm^2 y colocados en paralelo. Se desea reeemplazarlos por un único caño de la misma longitud. ¿Cuál debería ser su sección para que ofrezca la misma resistencia hidrodinámica al pasaje del mismo fluido?

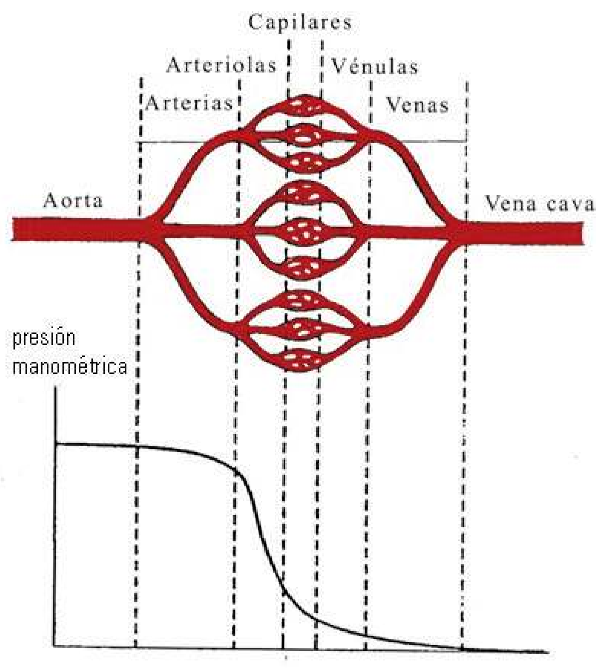
43- La cirugía de derivación vascular (by-pass) se realiza para restablecer el flujo normal de sangre de las arterias bloqueadas o angostadas por un proceso de acumulación de grasas. En este procedimiento se conecta un nuevo vaso sanguíneo en paralelo con el vaso enfermo para que el conjunto tenga la misma resistencia que el vaso cuando estaba sano.

Si la resistencia del vaso enfermo (R_E) es el doble de la del vaso normal (R_N); ¿cuál tiene que ser la resistencia (R_i) del vaso injertado en paralelo para que el sistema restablezca la circulación normal? Exprésla en función de R_N.

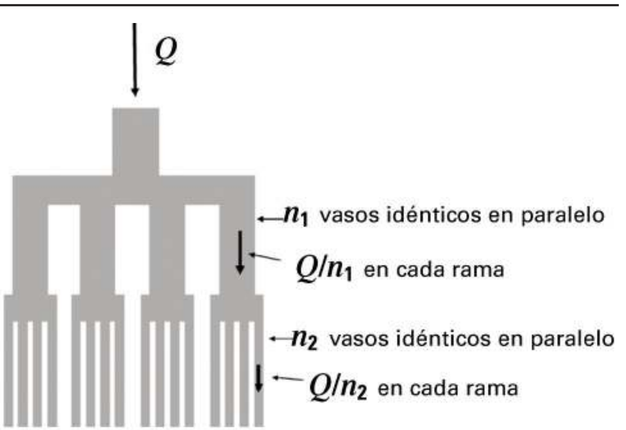


44- Se presenta un esquema muy simplificado de la circulación sistémica. La sangre sale, a gran presión, impulsada por el corazón a través de la aorta . Tras sucesivas ramificaciones de arterias, arteriolas y capilares irriga a los órganos, músculos y piel. Ese flujo de entrada es colectado por las vénulas y venas que devuelven la sangre al corazón. A lo largo del árbol sanguíneo la sangre va perdiendo presión por efectos viscosos.

a) Observe el gráfico cualitativo de la presión manómetrica a lo largo del circuito sanguíneo y analice en qué tramo es mayor la resistencia.



b) El flujo en la aorta (Q = 80 cm^3/s) entra en su totalidad en las arterias grandes, luego ese caudal se reparte por entero en las arterias pequeñas y arteriolas; después ese flujo íntegramente entra en los capilares. En cada nivel de flujo podemos modelar el sistema como el de n vasos dispuestos en paralelo de igual grosor y longitud, donde el valor de n es mayor en los sucesivos niveles de flujo.



Demuestre que la caída de presión en cada nivel se puede calcular con la expresión:

$$\Delta p = \frac{8 \cdot \eta \cdot L}{n \cdot \pi \cdot r^4} \cdot Q$$

Donde L y r son la longitud y el radio de cada rama, n es el número de vasos idénticos en paralelo en el nivel considerado y Q es el caudal total.

c) Calcule la caída de presión en cada nivel de flujo en este modelo simple confirmando los valores indicados en el cuadro. Considere una viscosidad de la sangre de 4 x 10 $^{-3}$ Pa.s

	radio (cm)	longitud (cm)	número de ramas, n	Δpresión (mmHg)
aorta	1,25	10	1	0,025
gran arterias	0,2	75	200	1,4
arteriolas	0,0031	0,6	5 x 10^5	79
capilares	0,00035	0,2	10^{10}	8,2

d) El radio de los capilares es casi diez veces menor que el de las arteriolas lo que implicaría que la resistencia en cada fino capilar sea casi 10.000 veces mayor que la de cada arteriola (¿por qué?), ¿cómo se explica que la mayor caída de presión se dé a nivel de las arteriolas?

45- a) ¿Cuál es el trabajo requerido para bombear 1,4 m^3 de agua por un tubo de 13 mm de diámetro interno si la diferencia de presión entre los extremos del tubo es de 1,2 atm?

b) ¿Qué potencia se debe entregar para mantener el caudal igual a 0,03 m^3/s?

46- Dos caños idénticos presentan, cada uno, una resistencia hidrodinámica R al pasaje de agua. Cuando están conectados en paralelo a una bomba que provee una diferencia de presión Δp, circula por ellos un caudal total Q. Si esos mismos caños se conectan en serie a la misma diferencia de presión Δp, el caudal total Q' a través de ellos cumplirá la relación:

- ☐ $Q' = 4\ Q$
- ☐ $Q' = 2\ Q$
- ☐ $Q' = ¼\ Q$
- ☐ $Q' = Q$
- ☐ $Q' = ½\ Q$
- ☐ $Q' = 16\ Q$

47- Sistema circulatorio sanguíneo

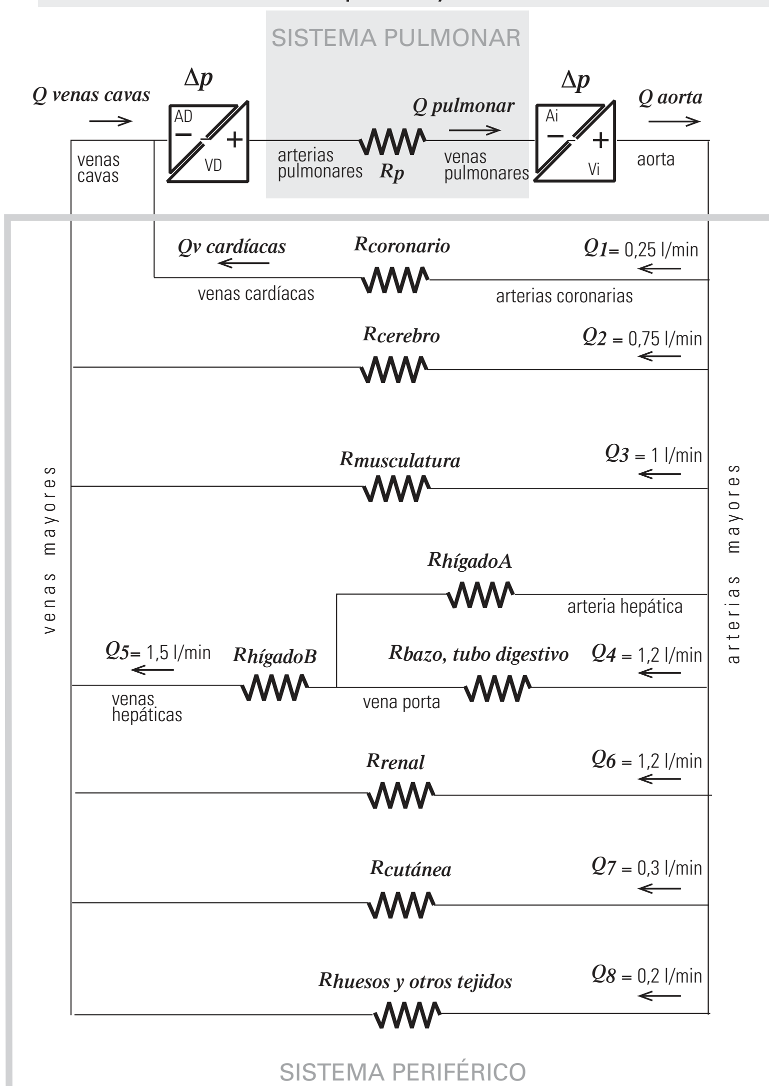
El sistema cardiovascular humano consta de dos bombas fusionadas en un solo corazón que impulsan la sangre por un circuito cerrado compuesto de dos sistemas:

SISTEMA GRANDE O PERIFÉRICO. El ventrículo del corazón izquierdo (VI) expulsa la sangre oxigenada por la arteria aorta y se reparte a todos los órganos y tejidos del cuerpo a través del sistema de arterias mayores. En los lechos capilares de cada órgano la sangre intercambia nutrientes y desechos y regresa por el sistema de retorno de venas mayores drenando en la aurícula del corazón derecho (AD).

SISTEMA CHICO O PULMONAR. La sangre luego pasa de la aurícula derecha al ventrículo derecho (VD) que la impulsa hasta los pulmones por la arteria pulmonar. En los lechos vasculares pulmonares se oxigena y retorna al corazón izquierdo por las venas pulmonares que drenan en la aurícula izquierda (AI). De ahí pasa al ventrículo izquierdo completando el ciclo.

Se adjunta un esquema simplificado del circuito donde la parte resistiva corresponde a los lechos vasculares: arteriolas, capilares y vénulas en los diferentes órganos. Las presiones manométricas son:

p_{aorta} = 94 mmHg
$p_{\text{vena cava}}$ = 3 mmHg
$p_{\text{arteria pulmonar}}$ = 15 mmHg
$p_{\text{venas pulmonares}}$ = 5 mmHg



47.1- a) A partir de los datos del cuadro del problema 44 justifique que en este modelo del esquema adjunto se considere despreciable la resistencia en las grandes arteria y venas.

b) Compare la magnitud del caudal en la arteria pulmonar con el caudal en la aorta. ¿Cómo están dispuestos el sistema pulmonar y el sistema periférico? Haga un esquema del circuito sanguíneo con los siguientes elementos: corazón derecho, corazón izquierdo, resistencia pulmonar y resistencia periférica.

c) Relacione el caudal en la aorta con los caudales en las dos venas cavas y las venas cardíacas. ¿Cómo están dispuestos, en general, los lechos vasculares de los distintos órganos y subsistemas en el sistema periférico? Calcule el caudal en la aorta.

d) Sin hacer cálculos, ordene de mayor a menor las resistencias encefálica, coronaria, renal, cutánea y la resistencia total del sistema periférico.

e) Calcule la resistencia del circuito pulmonar y la del circuito periférico expresada en mmHg . s / ml, unidad denominada URP, usada habitualmente para medir resistencias vasculares. Expréselas también en Pa.s /m³.

f) La sigla URP viene de Unidad de Resistencia Periférica, esta denominación se utiliza porque el valor de la resistencia total del sistema circulatorio periférico es aproximadamente 1 URP. Calcule la resistencia de la circulación renal expresada en URP. Compárela con la resistencia total, ¿tiene sentido que sea mayor?

g) SISTEMA PORTAL HEPÁTICO El higado B recibe, a través de la vena porta, la sangre con nutrientes proveniente del páncreas, el bazo, el estómago, el intestino y la vesícula biliar. También recibe aportes directos de parte de vasos del mismo hígado (higado A) alimentados con sangre oxigenada por la arteria hepática. En último término, toda la sangre abandona el hígado a través de las venas hepáticas, que drenan en la vena cava inferior que desemboca en el corazón. La asociación de las resistencias de los lechos vasculares del bazo y del tubo digestivo (R_{btd}) es de 4 URP.

g.1) Calcule la resistencia $R_{\text{hígado A}}$.

g.2) Calcule la resistencia del sistema constituido por $R_{\text{hígado A}}$, $R_{\text{hígado B}}$ y R_{btd}. y la resistencia $R_{\text{hígado B}}$.

h) Considere una frecuencia cardíaca de 80 latidos por minuto, calcule el volumen de sangre que se expulsa en cada sístole (denominado volumen sistólico, VS).

47.2- a) Compare las potencias del corazón izquierdo y el derecho, ¿cuánto mayor es la potencia de uno respecto del otro? Justifique. Calcúlelas y expréselas en watts.

b) ¿Cómo piensa que será el grosor de las paredes del ventrículo derecho comparadas con de las del ventrículo izquierdo? ¿por qué?

47.3- La demanda sanguínea de cada órgano depende de la actividad de la persona. Durante la actividad física intensa el caudal en los músculos esqueléticos puede multiplicarse por diez respecto al reposo. El corazón no puede aumentar el caudal bombeado a más de cuatro veces, de manera que cuando un tejido demanda más flujo hay otras partes del cuerpo que lo disminuyen. Existe una redistribución del caudal de acuerdo a las necesidades, siempre garantizando la irrigación adecuada del encéfalo y el corazón.

a) Si durante el ejercicio el caudal total aumenta un 200 % (se triplica) y la presión media en la aorta aumenta un 40 %, manteniéndose prácticamente inalterada en la vena cava, ¿cómo se modifica el valor de la resistencia periférica total?¿Cómo se modifica la potencia del corazón?

b) En tres de los lechos capilares mencionados en el problema **47.1** aumenta el flujo cuando el individuo hace actividad física, ¿en cuáles?

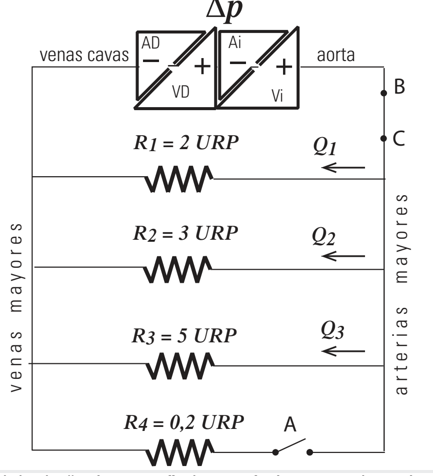
c) Explique cómo se regula el flujo sanguíneo hacia los tejidos mediante la vasodilatación y la vasoconstricción.

d) Los ajustes necesarios para redirigir el flujo sanguíneo se producen a nivel de las arteriolas. Justifique, con las respuestas del problema 44, que la regulación ocurra en ese tramo de la red vascular.

e) ¿Por qué se enrojece el rostro cuando uno hace gimnasia?

f) ¿Por qué se recomienda no nadar después de comer?

48- El siguiente es un modelo muy simplificado de uso extendido en los libros de Fisiología de la circulación en el sistema periférico. El corazón mantiene una diferencia de presión media de 100 mmHg entre la aorta y las venas cavas.



En este modelo de "caja negra" el corazón junto con la resistencia pulmonar es un único elemento que se estudia desde el punto de vista de las entradas que recibe y las salidas que produce, sin tener en cuenta su funcionamiento interno.

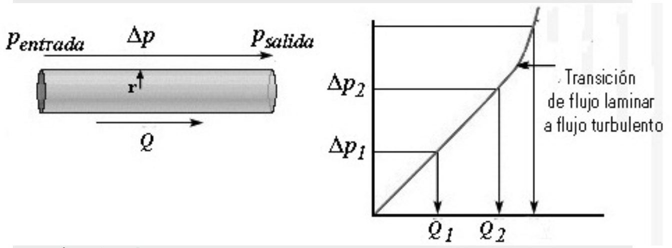
a) Calcule el caudal en cada resistencia y el caudal en la aorta para el sistema propuesto.

b) Si aumenta R_1 al doble por una *vasoconstricción intrarrenal* ¿Cuánto debería modificarse la diferencia de presión del bombeador para mantener constante Q_1? ¿en tal caso cómo se modificarían los otros caudales?

c) Una *fístula arteriovenosa* es la comunicación anormal entre una arteria y una vena, con el consiguiente retorno de la sangre a las cavidades cardíacas sin pasar a través del lecho capilar. Un traumatismo puede provocar este cortocircuito que equivale a agregar una resistencia en paralelo de bajo valor. Calcule el caudal aórtico si, mediante el interruptor en A, agregamos una resistencia de R_4 = 0,2 URP.

d) La *coartación de la aorta* es un defecto congénito en donde existe un estrechamiento de la aorta a menudo cerca del diafragma. Esto equivale a agregar una resistencia adicional entre los puntos B y C. Si la resistencia en la zona estrecha fuera R_5 = 1 URP, ¿cuál sería el caudal total? Si se quisiera mantener el flujo normal en las otras resistencias, ¿cuál sería la respuesta fisiológica posible?

49- En el gráfico se representa la diferencia de presión entre los extremos del tubo en función del caudal que circula.



a) ¿Qué representa la pendiente?

b) Observe el cambio cualitativo de comportamiento al pasar de régimen laminar a turbulento; ¿en cuál se disipa energía más rápidamente?

c) En la *arterioesclerosis* se pierde la elasticidad de las arterias lo que provoca la aparición de turbulencias, ¿por qué se asocia esto a una *hipertensión arterial*?

50- Para distinguir los flujos laminares de los turbulentos, en los que no vale la ecuación de Poiseuille, Osborne Reynolds introdujo un número que hoy conocemos como *número de Reynolds (Ry)*:

Ry = diámetro* x *velocidad* x *densidad / viscosidad

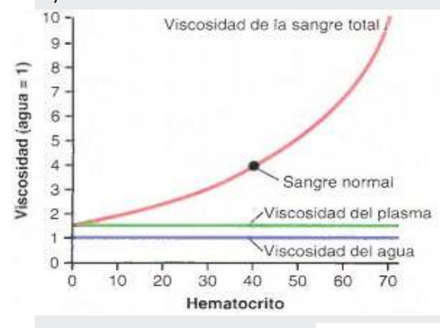
- *Ry* < 2000 el flujo es laminar
- *Ry* > 3000 el flujo es turbulento
- 2000 < *Ry* < 3000 el flujo es inestable (variando de a ratos entre laminar y turbulento)

Calcule la velocidad crítica, límite del régimen laminar, para la aorta cuyo radio es de 1,25 cm; considere que la viscosidad de la sangre es de 4 cp y su densidad de 1050 kg/m³.

51- En la aorta y en la arteria pulmonar, ocasionalmente, el flujo se vuelve turbulento, pero en la mayor parte del sistema cardiovascular el flujo es laminar, salvo en las válvulas cardíacas, en alguna bifurcación de grandes vasos o en sitios con alteraciones patológicas.

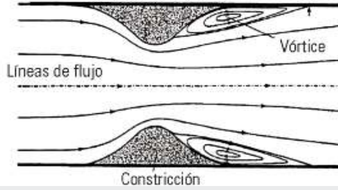
El flujo turbulento puede detectarse con un estetoscopio porque las turbulencias producen ruidos, llamados *soplos*, asociados con las vibraciones de los tejidos aledaños que, en la clínica médica, permiten el diagnóstico de diversas afecciones. Explique la existencia de soplos en:

a) la *anemia intensa*

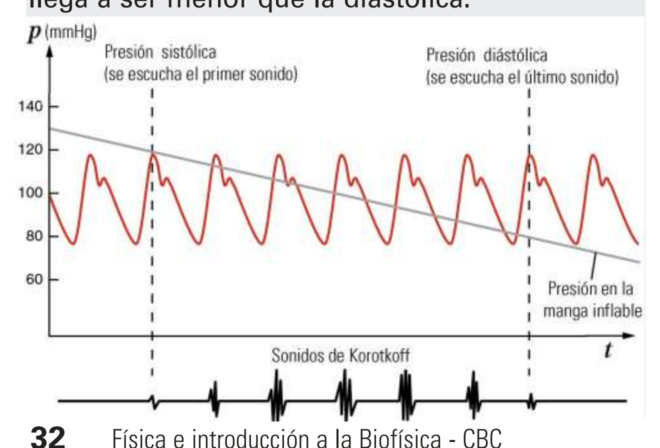


El hematocrito es la proporción de la sangre que corresponde a los glóbulos rojos; normalmente es un 40 % del volumen sanguíneo, si es menor a lo normal la persona padece *anemia*.

b) la *estenosis arterial* (estrechamiento localizado de la arteria causado por la acumulación de sustancias lípidas).



52- Medición de la presión arterial. Para medir la presión manométrica arterial, máxima y mínima, se usa un tensiómetro (o esfigmomanómetro). Se coloca un manguito flexible inflable alrededor del brazo y se infla con una perilla de manera de comprimir la arteria humeral para cortar momentáneamente el flujo sanguíneo. Cuando desaparece el pulso en la arteria radial se eleva un poco más la presión del manguito y luego se abre una válvula que permite descomprimir gradualmente a la arteria. Con un estetoscopio apoyado en el brazo en el momento en que se reanuda el flujo se escuchan unos golpeteos sincrónicos con el latido cardíaco, los ruidos de Korotkoff. La lectura del manómetro conectado al manguito permite registrar la presión máxima o sistólica. Con la válvula abierta, la presión del mango sigue bajando; cuando los ruidos desaparecen es porque la presión interna del mango llega a ser menor que la diastólica.

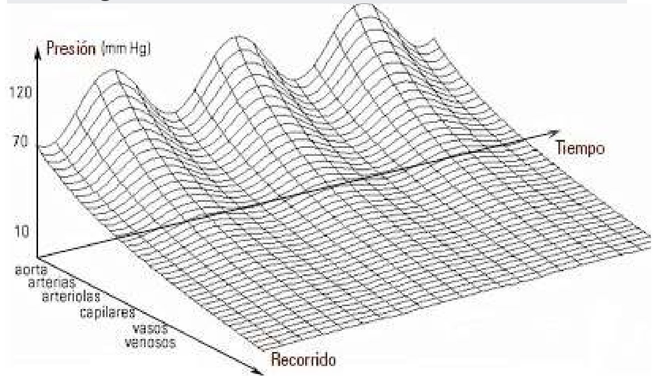


a) ¿Por qué se mide en el brazo?

b) ¿Por qué se escuchan ruidos apenas se reanuda la circulación y dejan de escucharse cuando la presión es menor que la diastólica?

c) ¿Cuánto indicaría el manómetro, si durante la medición el paciente extendiera el brazo verticalmente hacia arriba?

53- El gráfico muestra la presión manométrica a lo largo del sistema circulatorio.



a) Describa cómo varía la presión sanguínea en la medida que se avanza en el recorrido aorta-arterias-arteriolas-capilares y venas.

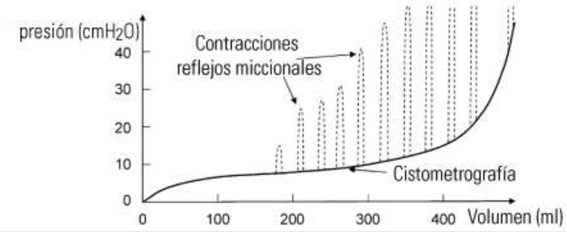
b) Describa las variaciones de la presión en el tiempo. Distinga esta evolución temporal en las arterias en relación a la de las venas.

c) Explique por qué una hemorragia arterial resulta más peligrosa que una venosa.

d) Se produce una incisión en una arteria mayor de manera que la sangre sale hacia arriba verticalmente; estime la altura del chorro.

e) Se produce una incisión en un vaso en el cerebro donde la presión manométrica es – 10 mmHg, ¿cuál es la consecuencia?

54- En la *cistometrografía* se representa la presión manométrica en la vejiga en función de su volumen. En línea punteada se ven las ondas de presión del reflejo de micción, producidas por los sensores de la tensión en la pared de la vejiga.



a) En el área biológica a veces se expresa la presión manométrica en cmH_2O; razone si ese uso es para presiones mayores o menores que la presión arterial. Deduzca el valor de la presión atmosférica normal expresada en cmH_2O. Halle la equivalencia entre *mmHg* y cmH_2O.

δ_{Hg}: 13.600 kg/m^3

b) Describa cómo cambia la presión dentro de la vejiga en la medida que cambia el volumen, distinguiendo claramente las tres etapas representadas en el gráfico.

c) Los sensores de la tensión en la pared de la vejiga marcan una urgencia por orinar cuando la presión es de unos 30 cmH_2O, exprese ese valor en pascales.

Gases y humedad

55- Un tanque contiene 0,2 m³ de oxígeno a 25 atm y 25 °C. Suponiendo que en esas condiciones el oxígeno se comportase como un gas ideal:

a) ¿Cuántos moles de oxígeno habría en el tanque?; ¿cuánto pesaría el oxígeno del tanque?

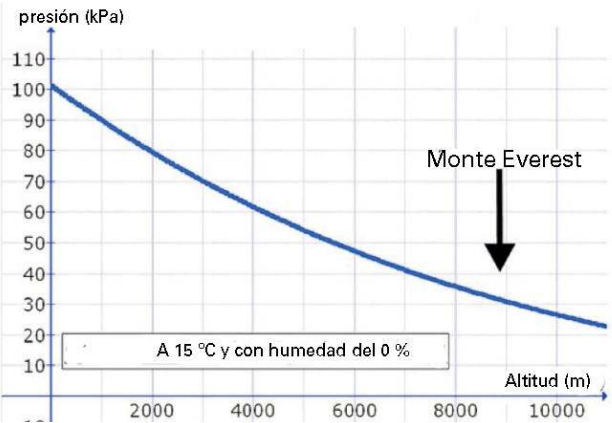
b) ¿Cuál sería la presión si la temperatura se aumentara hasta 250 °C?

c) Aceptando que un criterio empírico para tratar a un gas como ideal es que su densidad sea inferior a 1 mol/l, ¿es buena la suposición efectuada?

56- La composición del aire a nivel del mar, en gramos/litro, es la siguiente: nitrógeno: 0,975; oxígeno: 0,300; argón: 0,0167; CO_2: $5{,}89 \times 10^{-4}$. Esta composición del aire atmosférico seco se mantiene constante y uniforme en los primeros 100 km s. n. m. (sobre el nivel del mar).

a) Si la presión atmosférica a nivel del mar es normal, ¿cuál es la presión parcial de cada uno de estos gases, expresada en atmósferas?

b) La presión atmosférica disminuye con la altura. En el siguiente gráfico se muestra la relación entre la presión atmosférica y la altura. Observe que no es una relación lineal ya que la densidad y la gravedad no son constantes con la altura.



b)i) Observando el gráfico, indique cuánto vale aproximadamente la presión atmosférica a nivel del mar, a 4165 m s. n. m. (Olaroz Chico, en provincia de Jujuy, Argentina) y a 8848 m s. n. m. (cima del monte Everest, en la cordillera del Himalaya, Asia).

b)ii) Teniendo en cuenta que la concentración del oxígeno (21%) en aire atmosférico se mantiene constante en los primeros 100 km s. n. m., calcule cuánto vale la presión parcial de oxígeno, en kPa, en los lugares indicados en el ítem anterior.

b)iii) Sabiendo que a nivel del mar, en un litro de aire atmosférico hay 0,3 gramos de oxígeno, calcule cuántos gramos de oxígeno hay en un litro de aire atmosférico en Olaroz Chico y en la cima del monte Everest.

b)iv) Cuando se asciende, aparecen los efectos del "mal de altura" o "apunamiento": cansancio extremo, mareos, dolor de cabeza, taquicardia, náuseas, e incluso edema pulmonar en los casos más graves. Justifique sus causas. ¿Por qué se aumenta la frecuencia respiratoria?

57- Un gas ideal, a una presión de 1 atm ocupa un volumen de 1 litro a una dada temperatura.

a) Calcule qué volumen ocupará, a la misma temperatura, si la presión es de: 2 atm y 4 atm.

b) Calcule cuál será la presión, a la misma temperatura, si el volumen que ocupa es de 2 l y 4 l.

c) Grafique la presión del gas en función de su volumen para esa temperatura.

58- Buceo. Los cambios de volumen de un gas según la presión a la que estén sometidos, se manifiestan sobre los gases que se encuentran en el interior de nuestro organismo. En nuestro cuerpo hay cavidades que contienen gases, como el interior de los pulmones, senos paranasales, oído medio, gases disueltos en la sangre y en los tejidos corporales. Estos gases pueden cambiar su volumen de acuerdo a la presión a la que nos encontremos.

El aire que respiramos en la superficie e introducimos en los pulmones, a medida que descendemos en el agua, se comprimirá y su volumen se volverá progresivamente más pequeño.

a) ¿A qué profundidad hay que sumergirse para que el volumen del aire, introducido en los pulmones en la superficie, se reduzca a la mitad?

b) Indique, en porcentaje, cuál es el volumen del aire pulmonar cuando el buzo está a 30 m de profundidad, respecto al volumen de aire introducido en los pulmones en la superficie.

c) Según se analizó en el ejercicio 8, ¿cómo consiguen expandir sus pulmones los buzos bajo el agua?

d) Explique qué sucedería si un buzo, a cierta profundidad, llena sus pulmones con aire comprimido y asciende sin espirar libremente.

e) ¿Cuándo es más peligroso que un buzo ascienda conteniendo el aire comprimido en sus pulmones sin espirarlo, cuando asciende desde los 20 m de profundidad hasta los 10 m de profundidad?, ¿o cuándo asciende desde los 10 m de profundidad hasta la superficie? ¿O es igual de peligroso?

f) Una botella de aire comprimido, ¿dura lo mismo si el buzo está en la superficie, o a 10 m de profundidad o si está a 20 m de profundidad?

g) Para que todas las funciones del cuerpo se realicen normalmente, es necesario que la presión parcial de cada gas se encuentre dentro de cierto rango.

Al bucear, la presión parcial de cada gas aumentará cuando aumente la profundidad de la inmersión. Esto explica básicamente como una muestra respiratoria es tolerada sin problemas en la superficie y se vuelve tóxica a partir de cierta profundidad.

g)i) La profundidad en el agua a la que aparecen los primeros síntomas de intoxicación con nitrógeno es a partir de los 30 m aproximadamente.

Sabiendo que el aire atmosférico está formado por un 78 % de nitrógeno, ¿a qué presión parcial se vuelve tóxico el nitrógeno?

g)ii) La toxicidad por oxígeno se produce en la mayoría de las personas cuando la presión parcial del oxígeno inhalado alcanza 1,4 atm. Sabiendo que el aire atmosférico está formado por un 21 % de oxígeno, ¿a partir de qué profundidad se produce la toxicidad por oxígeno?

h) La enfermedad por descompresión es un trastorno por el cual el nitrógeno que se ha disuelto en la sangre y los tejidos debido a la alta presión, forma burbujas cuando la presión disminuye. Explique las causas de esta enfermedad.

59- a) A presión atmosférica el contenido de oxígeno en el aire es de 21 % aproximadamente. Si se respira ese aire, la presión parcial de oxígeno en el aire que ingresa por las fosas nasales es alrededor de:

☐ 1 atm ☐ 2,1 atm ☐ 0,1 atm
☐ 0,2 atm ☐ 0,5 atm ☐ 1,5 atm

b) Si se respira aire atmosférico con la misma composición pero sumergido en agua a 30 m de profundidad, la presión parcial del oxígeno será, comparada con la que existe a nivel de la superficie:

☐ el cuádruple ☐ el triple ☐ un tercio
☐ la cuarta parte ☐ la misma ☐ el doble

Humedad

Para los ejercicios que siguen puede tomar datos de la tabla y gráfico de la presión de vapor saturado del agua en función de la temperatura que se adjunta.

T (ºC)	p_{sat} (kPa)
0,01	0,612
5	0,871
10	1,226
15	1,70
20	2,33
25	3,17
30	4,24
35	5,62
40	7,38
45	9,59
50	12,35
55	15,76
60	19,94
65	25,03
70	31,18
75	38,55
80	47,35
85	57,77
90	70,04
95	84,42
100	101,30
105	120,80
110	143,30

p_{sat} (kPa)
100
80
60
40
20
0
20 40 60 80 100
T (ºC)

60- Un recipiente con agua líquida está en contacto con aire atmosférico. El sistema se encuentra a 30 ºC. La presión atmosférica es 632 mmHg y la presión parcial del vapor de agua presente en el aire es 20 mmHg. Consulte la tabla de presión de vapor saturado para el agua y responda:

a) En el gráfico $p_{\text{v sat}}(T)$, marcar un punto A que represente el estado del vapor de agua presente en el aire atmosférico.

b) En esas condiciones, ¿se evapora agua o se condensa vapor? Justifique.

c) En el gráfico $p_{\text{v sat}}(T)$, marcar un punto B que represente el estado del agua líquida del recipiente.

d) ¿A qué temperatura se debe calentar el agua para que se produzca la ebullición? Represente en el gráfico este proceso isobárico, desde el punto B hasta el punto en que alcanza la ebullición.

e) Se cierra el recipiente con el agua líquida, encerrando aire atmosférico en su parte superior. Luego se aumenta lentamente el volumen del recipiente, tal que disminuya la presión, manteniendo la temperatura constante. ¿Hasta qué valor deberá disminuir la presión del aire encerrado, para lograr que el agua hierva a 30°C? Represente en el gráfico esta transformación isotérmica.

61- En una habitación de 60 m^3 y que contiene aire seco a 25 ºC, se introducen 300 g de vapor de agua a la misma temperatura.

a) ¿Cuál es la humedad absoluta?

b) ¿Qué masa máxima de vapor de agua admite ese ambiente, si se mantiene constante la temperatura?

c) ¿Cuánto vale la humedad relativa?

62- Una masa de aire que está a 20 °C, tiene una humedad relativa del 37,4 %.

a) En el gráfico $p_{\text{v sat}}(T)$, marque el punto que represente el estado del vapor de agua presente en el aire.

b) ¿Cuál es la humedad relativa de la misma masa de aire si se la calienta, a presión de vapor presente constante, hasta una temperatura de 30 °C? Represente esta evolución en el gráfico.

c) ¿A qué temperatura habrá que enfriar la masa de aire, a presión de vapor presente constante, para que la humedad relativa sea del 71 %?

d) ¿Cuál es la temperatura de rocío?

63- Si la fraccción molar del vapor de agua en el aire es (H_2O(g)) = 0,0100.

a) Halle las humedades absoluta y relativa sabiendo que p_{aire} = 101.325 Pa, T = 25 ºC.

b) Realice un esquema cualitativo de la zona H_2O(l)/H_2O(g) del diagrama de equilibrio del aire húmedo e indique qué debería ocurrir para que se forme rocío partiendo de esas condiciones Justifique. ¿Cuál es aproximadamente la temperatura de rocío?

64- La presión atmosférica es de 1010 hectopascales, la temperatura es de 20 °C y la humedad relativa es del 52,6 %. Consulte la tabla da la presión del vapor del agua en equilibrio con la fase líquida en función de la temperatura. Elija la opción correcta entre las que siguen, referidas a la temperatura de rocío T_R y a la temperatura de ebullición T_E.

☐ T_R = 10 °C y $T_E > 100$ °C
☐ T_R = 10 °C y $T_E < 100$ °C
☐ T_R = 15 °C y $T_E = 100$ °C
☐ T_R = 15 °C y $T_E < 100$ °C
☐ T_R = 30 °C y $T_E = 100$ °C
☐ T_R = 30 °C y $T_E < 100$ °C

65- ¿Cuál es la ventaja de las ollas a presión?

- [ ] Su cierre hermético conserva mejor los sabores.
- [ ] En su interior se supera la presión de vapor de los aceites aromáticos que no se evaporan y dan mejor sabor a la comida.
- [ ] Reducen la evaporación y se evitan las pérdidas por el calor latente de vaporización.
- [ ] No hay ventajas; han sido una moda sin fundamento y hoy están, por eso, en desuso.
- [ ] La presión que se genera ablanda los alimentos.
- [ ] Hierven el agua a más de 100 °C y reducen el tiempo de cocción.

66- En un día caluroso y húmedo (70 % de humedad relativa) la presión y la temperatura son 101,325 kPa y 30 °C. Indique cuál es la proposición verdadera (si hiciera falta, consulte las tablas de presión de vapor saturado).

- [ ] Si la temperatura baja a 25 °C (a presión atmosférica constante) se forma rocío.
- [ ] Si la temperatura aumenta a 35 °C (a presión atmosférica constante) se forma rocío.
- [ ] Si la temperatura aumenta a 35 °C (a presión atmosférica constante) la humedad relativa aumenta.
- [ ] Si la presión atmosférica disminuye en un 1 % (a temperatura constante) la humedad relativa aumenta.
- [ ] A la temperatura de rocío, la humedad relativa es el 100%.
- [ ] Si se disminuye la presión total se puede llegar al punto de rocío.

67- Un día en que la humedad relativa ambiente es del 70% y la temperatura es de 25 °C:

- [ ] por cada 100 m^3 de aire hay 70 m^3 de vapor de agua;
- [ ] por cada 100 gramos de aire hay 70 gramos de vapor de agua;
- [ ] cada m^3 de aire atmosférico admite, a esa temperatura, 30 gramos de vapor de agua;
- [ ] el aire atmosférico contiene un 30 % de la masa máxima de vapor de agua que podría contener a esa temperatura;
- [ ] el aire atmosférico contiene un 70 % de la masa máxima de vapor de agua que podría contener a esa temperatura;
- [ ] la temperatura de rocío es 25 °C.

68- Evaporación de agua en la respiración

El texto siguiente fue extraído de *Fisiología animal*, de *Richard W. Hill, Gordon A. Wyse.*

"Supongamos un mamífero que inhala aire saturado a 20 °C. Este aire inhalado posee una presión de vapor de agua a 2,3 kPa (17,5 mm Hg) y contiene alrededor de 17 mg de H_2O/l. En el momento en que el aire llega a los pulmones se encuentra saturado a 37 °C de temperatura y por lo tanto posee una presión de vapor de agua de 6,3 kPa (47,1 mm Hg) y contiene 44 mg de H_2O/l. Así, aún cuando el aire inspirado esté saturado desde un comienzo al llegar a los pulmones contiene un adicional de 27 mg/l de agua, y esta cantidad adicional se extrajo del cuerpo del animal. Si el aire se espirara sin modificación alguna, esta cantidad de agua se perdería en el medio ambiente.

El aire proveniente de los pulmones en general se encuentra saturado en el momento de la espiración. Sin embargo, en numerosos mamíferos y aves, al exhalar a través de las fosas nasales, el aire se enfría antes de espirarse en la atmósfera, lo que reduce la presión de vapor de agua al nivel de saturación y disminuye la cantidad de agua asociada. Supongamos que el aire exhalado desde los pulmones reduzca su temperatura en las fosas nasales hasta 25 °C, antes de espirarlo. Esto significaría que al abandonar el cuerpo del animal el aire tendría una presión de vapor de agua de 3,2 kPa (23,8 mm Hg) y contendría 23 mg de H_2O/l. En este caso, el aire espirado de todos modos se acompañaría de una pérdida de agua corporal (dado que ingresó en el cuerpo con 17 mg de H_2O/l), pero la reducción de la temperatura del aire espirado determina que el animal recupere un 78 % del agua vaporizada durante la inhalación."

a) "*El aire inhalado posee una presión de vapor de 2,3 kPa*"; ¿cuál es la suposición que permite decir que ese es el valor de la presión de vapor presente en el aire?

b) ¿Cómo se calcula el contenido de agua líquida por litro de aire inspirado: 17 mg/l?

c) Explique el mecanismo por el que se pierde agua en la respiración.

d) ¿Cuál es la consecuencia de enfriar el aire en las fosas nasales, antes de espirarlo?

¿Por qué los perros tienen la nariz húmeda?

e) En el clima frío se siente sequedad en las vías respiratorias, ¿por qué es que la pérdida de agua en la respiración es mayor a medida que la temperatura ambiente es menor?

f) A 3000 m de altura una persona debe aumentar su frecuencia respiratoria para disponer del oxígeno suficiente, ¿por qué necesita hidratarse?

g) Al entrar en las vías respiratorias, el aire se humidifica hasta saturarse de vapor de agua a la temperatura del cuerpo. Como la presión a nivel de los alvéolos no puede aumentar por encima de la presión atmosférica, este vapor de agua disminuye la concentración de los demás gases que están en el aire inspirado. Siempre que la temperatura corporal sea normal, la presión de vapor de agua a nivel alveolar permanece constante en 6,3 kPa (presión de vapor saturado a la temperatura corporal de 37°C), independientemente de la altura. ¿Dónde disminuye más la concentración del aire inspirado, debido a la presencia del vapor de agua cedido por el organismo, a nivel del mar o en la cima del monte Everest?

Respuestas

Hidrostática

1- 0,35 kgf/cm² = 35.000 Pa. Si la persona se pone en puntas de pie, disminuye el área de contacto con el piso y aumenta la presión que se ejerce.

2- 1.111 N. A medida que desciende el émbolo menor es necesario ejercer más fuerza; el peso del líquido del lado derecho aumenta, producto del desnivel entre ambos pistones.
b) 45 cm
c) $L_{F2} = -L_{F1}$.

3- Porque las presiones en clínica médica se expresan en forma manométrica.

4- 0,33 N = 33 gf.

5- a) Mayor a 13,3 cm.
b) Sale la sangre porque la presión venosa se mantiene constante mientras que la que ejerce el suero disminuye.

6- a) 400 Pa
b) 1.000 Pa ; 500 Pa.
c) No, para que sean absolutas deberíamos sumarle la presión atmosférica.

7- 1,07 m

8- a) Fuerza sobre el tórax = 1.000 N. Los buzos respiran aire comprimido a igual presión que el entorno acuático.
b) La presión absoluta a 10 m de profundidad es 2 atm, a 30 m es 4 atm.
c) $|\vec{F}| = 23{,}6$ N

9- a) La presión en la cabeza es 5.000 Pa (37,5 mmHg) menor que a nivel del corazón, y en los pies 12.500 Pa (93,8 mmHg) mayor. La diferencia entre cabeza y pies es de 17.500 Pa (131,3 mmHg).
b) La presión en una arteria mayor del pie es de 188,8 mmHg y en las venas de 96,8 mmHg.

10- a) La presión en la cabeza es 187,6 mmHg menor que a nivel del corazón. Para que la presión manométrica arterial en la cabeza sea positiva, la presión manométrica arterial a nivel del corazón debe ser superior a este valor.

Si la presión manométrica arterial a nivel de la cabeza fuera negativa, cuando la jirafa se lastimara, le entraría aire en el torrente sanguíneo.

Idénticamente, la presión en la parte inferior del cuerpo se incrementa en ese mismo valor, lo que dificulta el retorno venoso, razón por la cual, las apretadas "medias elásticas" en las porciones inferiores de las extremidades aporta una presión mecánica externa, que comprimen las venas para que no se le dilaten por la alta presión. Lo mismo sucede en personas con patologías de las válvulas venosas (varices) que también usan medias de compresión.

La presión en las arterias mayores de las extremidades es de 427,6 mmHg; 377,6 mmHg.
b) 375 mmHg
c) La línea gris corresponde a las presiones en la cabeza y la línea oscura a las presiones en el corazón.
d) El gráfico demuestra que cuanto mayor es la distancia entre el corazón y el cerebro mayor es la diferencia de presiones entre ambos órganos. A medida que aumenta la distancia cabeza-corazón, debe aumentar la presión a nivel del corazón para que la sangre pueda llegar hasta la cabeza con la presión manométrica arterial positiva. De elaboración personal, justificar los valores de la diferencia de presión para cada especie.

11- a) Las fuerzas sobre el recipiente son perpendiculares a la superficie del recipiente en los puntos indicados, con sentido hacia afuera.
b) $p_F < p_A = p_C < p_E = p_G < p_B = p_D$
c) p_F = 1.000 Pa $p_A = p_C$ =2.500 Pa
$p_E = p_G$ = 3.500 Pa $p_B = p_D$ = 5.000 Pa

12- A 57 cm más alto que B.

13-a) $p_C > p_B$ b) 4 cm

14- a) h = 63 mm.
b) No es práctico pues la altura sería de 1,13 m; conviene usar un líquido manomátrico de mayor densidad.
c) 11.710 Pa = 87,9 mmHg

15- a) 118 kPa
b) 130 cm (a 30 cm por debajo de la interfase)
c) Gráfico de elaboración personal.

16- a) Mercurio (Hg)
b) 13.329 kg/m³
c) 120 cm
d) 38 cmHg = 50.650 Pa = 0,5 atm

Fluidodinámica

17- a) 21,2 cm/s
b) 84,8 cm/s. Al ser radio la mitad la velocidad se incrementa cuatro veces.

18- a) Segundo – Tercero
b) La velocidad va disminuyendo a medida que el sistema se ramifica en vasos menores hasta llegar a los capilares. Esto permite tanto la rápida expulsión y circulación por los vasos mayores y la adecuada velocidad en la región capilar, lo que es necesario para dar tiempo a los procesos de intercambio entre la sangre y las células.

c) i) Hay 994.718.394 capilares y por cada uno de ellos circulan $8{,}38.10^{-5}$ mm^3/s.

ii) v_{AORTA}= 26,5 cm/s $v_{CAPILARES}$ = 0,042 cm/s

19- $2v$ y $Q/2$.

20- a) 2,86 m/s.
b) 258 kPa.

21- $p' < p$ $v' > v$

22.1 la presión en A es menor que en B

22.2 la presión en A es menor que en B.

23- De elaboración personal.
Se destaca que en donde la velocidad es mayor la presión es menor.

24- La sangre circula a través de vasos en donde existe un equilibrio entre la tensión de las paredes de estos y la presión externa, que tienden a colapsarlos y la presión sanguínea que hace que se distiendan. Si la pared presenta alguna debilidad hará que la fuerza que la presión de la sangre provoque sobre esa área sea mayor que la fuerza de la pared. Por lo tanto, se va a dilatar, aumentando el área de su sección transversal. Esto genera un círculo vicioso, ya que, por Bernoulli cuando puede despreciarse la diferencia de alturas, el aumento de sección conlleva a que aumente también la presión de la sangre, volviendo a distender una pared debilitada. Con el tiempo la pared se dilata tanto que corre el riesgo de romperse.

25- 1,15 Pa. La presión es mayor en donde el área es mayor.

26- a) $\Delta p = 4/9.\delta.v^2$ b) $\Delta p = 40/81.\delta.v^2$

27- a) De acuerdo al problema anterior, para una dada tubería **horizontal**, la diferencia de presión es directamente proporcional al cuadrado de la velocidad de entrada del fluido a la tubería. Por otro lado, para una dada cañería, el caudal es directamente proporcional a la velocidad de entrada a la cañería. De manera que la diferencia de presión entre la parte ancha y la estrecha depende del caudal circulante.

b) $\Delta p = 0$

c) Aumentará la diferencia de presión.

d) La nueva diferencia de presión será cuatro veces mayor si el caudal es el doble del original.

28- a) En el punto de la arteria subclavia donde bifurca la arteria vertebral existe un depósito de placa que reduce el radio efectivo del vaso. Según el análisis del problema **26** la presión (p_2) en dicho estrechamiento es menor que en el tramo de calibre normal (p_1). La diferencia de presión ($p_1 - p_2$) depende de la velocidad de la sangre.

b) Al agitar vigorosamente el brazo derecho afectado, se hace necesario aumentar enormemente el aporte de O_2 a los músculos esqueléticos, por lo que aumenta el caudal.

Según el análisis del problema **27** la diferencia de presión entre la parte ancha y la estrecha del vaso ($p_1 - p_2$) depende del caudal circulante: cuanto mayor es el caudal más se acentúa “el bajón” de presión en el tramo del vaso que tiene el estrechamiento.

Si la velocidad en la zona estrecha alcanza un valor crítico la presión p_2 es tanto menor que p_1 que el flujo por la arteria vertebral derecha se invierte: la sangre que sube por la arteria vertebral izquierda en lugar de seguir subiendo por la arteria basilar, se desvía y baja por la arteria vertebral derecha hacia la zona de baja presión p_2 alimentando la subclavia afectada. La arteria subclavia derecha "roba" la sangre que debería ir al cerebro provocando un desmayo.

(Hipótesis de trabajo = se considera que la sangre se comporta como un líquido ideal por tratarse de vasos anchos y de corto recorrido).

29- a) 13.506,7 kg/m^3

b) 202.600 Pa = 2 atm

c) Vale 1,6 atm = 162.080 Pa, en este caso la presión manométrica no coincide con la presión hidrostática.

d) 4,9 m/s

e) 3 m/s. No depende de la densidad.

30- a) $1{,}6 \cdot 10^{-3}$ m^3/s

b) $0{,}4 \cdot 10^{-3}$ m^3/s (la cuarta parte)

c) –8.160 Pa

31- a) 8 tubitos

b) 35 Pa

32- 25 ml/s

33- Pese a que el área de un capilar es muy pequeña comparada con la de la arteria grande que irriga al órgano, el número de capilares producto de las sucesivas ramificaciones es tan grande que el área conjunta (la suma de las áreas de todos los capilares) es mucho mayor que la de la arteria y entonces, por la ecuación de la continuidad, la velocidad es menor (Ver ejercicio 18).

De cumplirse las hipótesis de fluido ideal a lo largo de todo el circuito, según el teorema de Bernoulli la presión en los capilares debería ser mayor que en la arteria ya que allí la velocidad es menor (considerando que tanto la aorta y los capilares se encuentran en un mismo plano horizontal). Sin embargo la presión en los capilares es mucho menor lo cual indica que el fluido, a partir de algún punto en su recorrido debido principalmente a la pequeña sección transversal de los vasos, deje de considerarse ideal, y se comporte, como un fluido no ideal.

34- a) 0 b) 0,1474 Pa
c) 1474 Pa d) 5.896 Pa

35- Q = 7,16.10^{-5} m^3/s = 4,296 l/min
v =1,59 m/s

36- La velocidad en A es menor que en B, y la presión en A es mayor que en C.

37-1. Ninguna de las afirmaciones anteriores es siempre correcta.

37-2. La presión de A es menor que la presión de B.

38- $R_A = 0{,}25\ R_B$

39- 240 l/min

40- a) Aumenta al doble.
b) Aumenta al doble (muy significativo en contexto de clínica médica).

41- a) 3R b) R/3 c) 2R/3 d) 3R/2

42- 5 cm^2

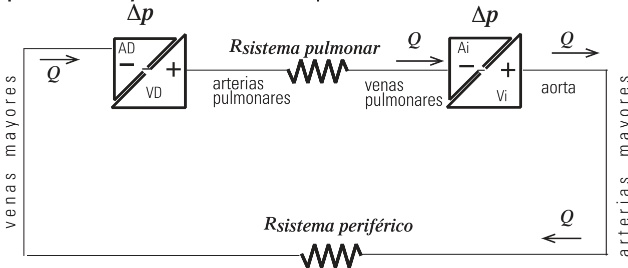
43- $R_i = 2\ R_N$

44- a) Arteriolas
b) De elaboración personal
c) La respuesta está en el mismo cuadro.
d) La incidencia de la potencia cuarta en el radio, en el denominador de la ley de Poiseuille, hace que un conducto con un radio 10 veces menor tenga una resistencia hidrodinámica ¡¡¡10.000 veces mayor!!! (10^4 = 10.000). Sin embargo, lo que debemos considerar es la resistencia equivalente de todo el conjunto, que se obtiene dividiendo la de cada elemento por el número de los mismos.
El número de capilares es muchísimo mayor que el de las arteriolas por lo que la resistencia equivalente de estas resulta mayor que la resistencia equivalente de los capilares.

45- a) 170.184J
b) 3646,8 W = 4,9 HP

46- $Q' = ¼\ Q$

47-1 a) La caída de presión en las arterias grandes es 56 (aproximadamente) veces menor que en las arteriolas.
b) Los caudales son iguales ya que la resistencia periférica y la resistencia pulmonar están en serie.



c) $Q_{aorta} = Q_{venas\ cavas} + Q_{cardíacas}$ = 5,2 l/min
En el sistema periférico los lechos vasculares de los distintos órganos y subsistemas, en general, están dispuestos en paralelo.
d) $R_{coronaria} > R_{cutánea} > R_{encefálca} > R_{renal} > R_{periférica}$

e) 1 URP = 1,33 10^8 Pa s/m^3
$R_{pulmonar}$ = 0,115 URP = 0,153 10^8 Pa s/m^3; $R_{periférica}$ = 1,05 URP = 1,4 10^8 Pa s/m^3
f) R_{renal} = 4,55 URP. Este valor es mayor que la resistencia periférica total ya que la resistencia de cualquier elemento que se encuentre en paralelo va a ser mayor que la resistencia del equivalente. La resistencia del equivalente es siempre menor que la menor de las resistencias de cada elemento del paralelo.
g1) $R_{hígado\ A}$ = 16 URP
g2) $R_{sistema}$ = 3,64 URP; $R_{hígado\ B}$ = 0,44 URP
h) 65 ml

47.2- a) La potencia del corazón izquierdo es 7,4 veces mayor que la potencia del corazón derecho. El caudal que circula por ambos es el mismo pero la diferencia de presión es 7,4 veces mayor en el corazón izquierdo que en el derecho.
$Pot_{corazón\ Izquierdo}$ = 1,03 W
$Pot_{corazón\ Derecho}$ = 0,14 W
b) Las cavidades cardíacas tienen como función ejercer la fuerza apropiada para el bombeo de la sangre. Ésta depende de la diferencia de presión y el área interna, siendo ambas inferiores en la parte derecha. Por lo tanto, las paredes musculares deben ser de menor grosor que las del izquierdo.

47.3- a) La resistencia periférica disminuye un 53 % en tanto que la potencia cardíaca aumentará más de 4 veces.
b) Muscular, cutáneo y coronario.
c) Si se mantiene la diferencia de presión entre los extremos de un vaso, el caudal queda determinado por el valor de la resistencia hidrodinámica. Como en la ecuación de Poiseuille el radio figura a la cuarta potencia, un pequeño cambio en el radio significa un gran cambio en la resistencia y, por tanto, en el caudal. En la vasodilatación el aumento del radio de vaso determina una disminución de la resistencia y un aumento en el caudal. En la vasoconstricción la disminución del radio determina un aumento de la resistencia y una disminución del caudal.
d) En la circulación periférica la mayor caída de presión ocurre en las arteriolas consecuencia de su estrecho diámetro y el número de sus ramas. Además, su pared vascular es extremadamente fuerte pudiendo variar su diámetro hasta cuatro veces, modificando su resistencia en más de 250 veces. Esto hace posible que las arteriolas respondan a señales locales o de los tejidos variando su diámetro y así controlando el flujo sanguíneo.

e) El aumento de la actividad física implica un mayor metabolismo tisular, con la consecuente generación termogénica producto de los residuos de las rupturas de las cadenas de ATP y ADP. Esto explica que, al hacer ejercicio, la temperatura del cuerpo y de la piel aumenta y el organismo busca compensar este incremento. El sistema dérmico periférico actúa como una especie de radiador poniendo en contacto los vasos superficiales de la dermis con el ambiente. Para incrementar este intercambio se abren los capilares cutáneos (vasodilatación local) permitiendo la circulación de mayor cantidad de sangre la cual regresa al interior con menor temperatura. Es entonces la dilatación de esos vasos lo que nos brinda esa tonalidad rojiza a la piel. Esto justifica que en la respuesta b) hayamos considerado que uno de los lechos vasculares en los cuales aumenta la irrigación por vasodilatación sea el cutáneo.

f) Luego de una ingesta mas que moderada, gran cantidad de sangre acude a la circulación gastrointestinal para realizar la digestión de los alimentos razón por la cual, si hacemos ejercicio, como nadar, parte del caudal se redirigirá hacia los tejidos musculares y cutáneos, pudiendo interrumpir el proceso mencionado.

48- a) Q_1 = 50 ml/s Q_2 = 33,3 ml/s
Q_3 = 20 ml/s Q_{aorta} = 103,3 ml/s

b) Debe duplicarse. Como todas las ramas están en paralelo, tienen la misma diferencia de presión, el caudal se duplicaría en todas las otras ramas.

c) La baja resistencia equivalente elevaría el caudal total a 603,3 ml/s

d) El caudal disminuiría significativamente, tomando el valor de 50,8 ml/s. Si se quisiera mantener el caudal normal en las otras resistencias, la diferencia de presión en el corazón debería ser de 203,3 mmHg, es decir, habría que aumentar la presión en el mismo valor que se disipa en la resistencia colocada entre B y C.

49- a) La resistencia hidrodinámica.

b) En el turbulento porque aumenta la resistencia.

c) De acuerdo con la ley de Ohm, para mantener el caudal constante si aumenta la resistencia debe aumentar la presión.

50- 30 cm/s

51- a) Debido a la baja viscosidad de la sangre, la resistencia disminuye aumentando el caudal, lo que hace que aumente la velocidad (ya que las secciones transversales se mantienen constantes) transformándose el flujo en turbulento.

b) En el estrechamiento aumenta la velocidad pudiendo superar el valor crítico (además el cambio brusco de sección hace que el fluido deje de tener flujo laminar).

52- a) La presión arterial se suele tomar en el brazo izquierdo que recibe el bombeo del corazón de forma más directa, a la altura del corazón para evitar la desviación producto de la diferencia de presión hidrostática.

b) La causa exacta de estos ruidos llamados de Korotkoff es aún objeto de discusión, pero se cree que la turbulencia es generada por choques de la sangre contra las paredes del vaso parcialmente ocluido.

Según el gráfico, la presión que se quiere medir adopta sucesivamente valores de entre 120 mmHg y 70 mmHg. La presión arterial es pulsátil, podemos imaginar pequeños segmentos cuya presión es de 120 mmHg intercalados con otros cuya presión es de 70 mmHg. Si la presión que se ejerce sobre el brazo es superior al máximo la sangre quedará detenida. En tanto que si es inferior que la diastólica fluirá libremente. Pero para los valores comprendidos entre ambos el flujo se vuelve intermitente, ya que solo podrá pasar la sangre cuya presión exceda a la externa, quedando detenida la de menor presión. Es el golpe de ésta contra las paredes del vaso parcialmente cerrado lo que genera el ruido. Cuando el tensiómetro marque apenas por debajo de la presión sistólica, pasará el segmento de presión alta pero no podrá hacerlo el de 70 mmHg, chocando contra las paredes. Sentiremos entonces el primer golpe, indicando el comienzo de la circulación y por lo tanto el valor de la presión sistólica. A medida que descendemos la presión externa, sentiremos una sucesión de golpes ya que parte de la sangre pasará e inmediatamente otra chocará. Hasta que finalmente, al medir por debajo de los 70 mmHg, toda la sangre fluirá libremente. Entonces, el último ruido nos indicará el valor de la presión diastólica.

c) Indicará un valor menor que el que se desea medir, similar a la diferencia de presión hidrostática entre el pliegue del codo y el corazón, unos 40 cm, que implican 30 mmHg menos, por lo tanto medirá presiones entre los 90 mmHg y 40 mmHg.

53- a) La presión disminuye a lo largo del recorrido.

b) En las arterias grandes la presión es pulsátil, tomando valores entre 120 mmHg (presión sistólica) y 70 mmHg (presión diastólica). En tanto que en las venas su valor es constante en el tiempo.

c) Al ser las presiones mucho mayores en las arterias que en las venas tanto el caudal hemorrágico así como la fuerza para detener la pérdida serán mucho mayores en las arterias que en las venas, además estas se distribuyen mas superficialmente y son más fácil de visualizar.

d) La salida de la sangre formará "chorros" sucesivos de 160 cm y 93 cm de altura, debido al carácter pulsátil de su presión.

e) Entraría aire al vaso.

54- a) La presión bajo una columna de 1 cm de mercurio es igual a la presión bajo otra columna de 13,6 cm de agua porque la densidad del mercurio es 13,6 veces mayor que la del agua. Por lo tanto, el cmH_2O se utiliza para medir presiones menores a las arteriales, por ejemplo para medir presiones venosas.

1 mmHg = 1,36 cmH_2O

La presión atmosférica normal es de 760 mmHg = 1033,6 cmH_2O.

b) Mirando el gráfico se observa que la presión aumenta (la pendiente de la recta tangente es siempre positiva) con el aumento del volumen de la vejiga. Pero no lo hace de la misma manera durante el llenado de la vejiga, ya que la pendiente de la recta tangente del gráfico va variando a lo largo del proceso.

Teniendo en cuenta que la pendiente de la recta tangente de este gráfico representa la velocidad con la que aumenta la presión con el aumento de volumen, y que la concavidad está relacionada con la aceleración de este proceso, podemos distinguir tres etapas en el llenado de la vejiga.

En una primera etapa la vejiga, inicialmente vacía, comienza a llenarse hasta un volumen de unos 80 ml. En esta etapa, la presión aumenta pero cada vez más despacio (pendiente de la recta tangente positiva y concavidad negativa) hasta un valor de casi 10 cmH_2O.

En una segunda etapa, que va desde los 80 ml hasta los 300 ml, aproximadamente, la orina adicional solo causa un pequeño aumento de la presión. En esta etapa la presión aumenta muy lentamente con rapidez aproximadamente constante (el gráfico es aproximadamente una recta).

En la última etapa a partir de los 300 ml, la presión aumenta cada vez más rápido (la pendiente de la recta tangente es positiva, y la curva es cóncava hacia arriba).

Se observa también que en la segunda etapa comienzan las ondas de presión del reflejo de micción, que aumentan en la tercera etapa en la que se siente urgencia por orinar.

c) 2940 Pa

Gases y humedad

55- a) 205 moles 6,6 kgf
b) 43,9 atm c) Sí.

56- a) p_{N2} = 0,78 atm p_{O2} = 0,21 atm
p_{Ar} = 0,009 atm p_{CO2} = 0,0003 atm.

b)b)i) A nivel del mar, la presión atmosférica es aproximadamente de 101,3 kPa.

En Olaroz Chico, la presión atmosférica es aproximadamente de 60 kPa.

En la cima del monte Everest la presión atmosférica es aproximadamente de 34 kPa.

b)ii) A nivel del mar, la presión parcial de oxígeno es aproximadamente de 21,27 kPa.

En Olaroz Chico, la presión parcial de oxígeno es aproximadamente de 12,60 kPa.

En la cima del monte Everest, la presión parcial de oxígeno es aproximadamente de 7,14 kPa.

b)iii) En Olaroz Chico, en un litro de aire atmosférico hay 0,1777 gramos de oxígeno.

En la cima del monte Everest, en un litro de aire atmosférico hay 0,1007 gramos de oxígeno.

b)iv) A medida que se asciende, al disminuir la presión atmosférica, disminuye la cantidad de moléculas totales presentes en un dado volumen de aire. Dentro de los primeros 100 km s.n.m., no varían las concentraciones de los gases presentes, con lo cual, al ascender, disminuyen en igual proporción las moléculas de los gases presentes. Por lo tanto, en la cima del Everest respiramos la misma concentración de aire que en la playa, pero la cantidad de moléculas de oxígeno es menor debido a la reducción de la presión atmosférica. En consecuencia, al reducirse la presión parcial del oxígeno, la saturación de oxígeno en sangre disminuye, por lo que el suministro de oxígeno a los tejidos se ve comprometido y comienzan los temidos síntomas del mal de altura. La persona debe aumentar su frecuencia respiratoria para disponer del oxígeno suficiente.

57- a) A la misma temperatura, si la presión es de 2 atm el volumen es de ½ litro; y si la presión es de 4 atm el volumen es de ¼ litro.

b) A la misma temperatura, si el volumen es de 2 litros la presión es de ½ atm; y si el volumen es de 4 litros, la presión es de ¼ atm.

c) Gráfico de elaboración personal.

58- Se usa la aproximación: 1 atm = 10 mH_2O.

a) Hay que descender 10 m en el agua.

b) A 30 m de profundidad, el volumen del aire pulmonar es un 25 % del que se tiene en la superficie.

c) Los buzos deben respirar aire comprimido a la misma presión que su entorno acuático.

d) A medida que el buzo asciende, la presión de su entorno disminuye y el gas se expande, lo cual provoca una hiperinsuflación de los pulmones causando serios daños en el organismo denominados barotrauma o barotraumatismo.

e) No es igual de peligroso. En los últimos 10 m antes de llegar a la superficie, es más peligroso porque ahí es cuando el volumen aumentaría al doble, ya que la presión disminuye a la mitad. Entre los 20 m y los 10 m la presión disminuye un 33 % y el volumen aumentaría 1,5 veces.

f) No, no dura lo mismo. A mayor profundidad, el buzo debe respirar aire a mayor presión. Aire a mayor presión implica aire más denso. Cada inspiración realizada en las profundidades contiene muchas más moléculas que una inspiración en la superficie.

A 10 m de profundidad (a 2 atmósferas de presión absoluta), cada inhalación contiene el doble de moléculas que una inspiración realizada en la superficie y por ello agota una botella de aire en la mitad de tiempo. A 20 m de profundidad (a 3 atmósferas de presión absoluta), cada inhalación contienen el triple de moléculas que una inspiración realizada en la superficie y por ello agota la botella de aire en un tercio del tiempo necesario en la superficie.

g)i) El nitrógeno se vuelve tóxico cuando su presión parcial alcanza 3,12 atm.

g)ii) La toxicidad por oxígeno ocurre a partir de los 56,7 m de profundidad en agua.

h) El nitrógeno que respiramos no participa en ningún proceso metabólico, por lo que pasa por el organismo y la sangre lo elimina en la misma proporción en que entró.

Pero un aumento de la presión sobre el organismo, provoca un aumento de la solubilidad del nitrógeno, el cual se acumula en la sangre y en los tejidos de forma proporcional al tiempo y a la profundidad a la que el buceador ha estado sometido. Si el buceador vuelve a la superficie de forma rápida, sufre la enfermedad de descompresión que es el trastorno que se produce por el descenso brusco de presión que hace que el nitrógeno deje de estar disuelto y aumente su volumen bruscamente, originando burbujas que aumentan su tamaño conforme disminuye la presión. Estas burbujas pueden ser lo suficientemente grandes como para bloquear los vasos sanguíneos del organismo, dando lugar a síntomas de diversa gravedad según los órganos afectados.

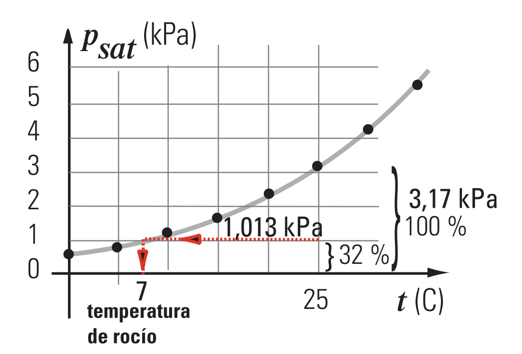
59- a) 0,2 atm
b) el cuádruple

60- a) De elaboración personal.
b) Se evapora agua.
c) De elaboración personal.
d) 95ºC
e) 31,8 mmHg

61- a) 5 g/m^3
b) 1383 g
c) 21,7 %

62- a) De elaboración personal.
b) 20,55 %.
c) 10°C.
d) 5°C.

63- a) Humedad relativa porcentual= 32,0%; humedad absoluta = 7,37 g/m^3



b) Debería bajar T (a p_{aire} constante) hasta alcanzar una temperatura T' en la cual $P_{vap.sat}(T')$ = 1,01325 kPa (aprox. 7ºC).

64- T_R = 10 °C y $T_E < 100$ °C

65- Hierven el agua a más de 100 ºC y reducen el tiempo de cocción.

66- A la temperatura de rocío, la humedad relativa es el 100%.

67- El aire atmosférico contiene un 70 % de la masa máxima de vapor de agua que podría contener a esa temperatura

68- a) El texto dice que el vapor está a 20 °C y que está saturado. Es dato de la tabla que la presión de vapor saturado a 20 °C es 2,33 kPa.

b) Usando la ecuación de estado del gas ideal, y conociendo la presión de vapor presente (2,3 kPa) y la temperatura (20 °C = 293 K), se calcula el número de moles de vapor de agua por litro ($n/V = P / (R\ T)$). Luego se multiplica este valor por la masa molar del agua ($m = n$ 18 g/mol) y se obtiene la masa de vapor presente por litro.

c) Al entrar al cuerpo, la temperatura del aire inspirado aumenta y en consecuencia este aire es capaz de contener más vapor. Las superficies respiratorias del organismo ceden agua y el aire se satura a la temperatura corporal. Si el aire se espira a esa temperatura, esta cantidad de agua vaporizada, extraída del cuerpo, se pierde en el medio ambiente. El resultado neto es una pérdida de agua del organismo.

d) En algunos animales el aire se enfría al circular por la nariz antes de su expulsión, y en este proceso recupera un poco del agua que hubiera perdido si exhalara el aire caliente. Los perros tienen la nariz húmeda porque antes de espirar, el aire se enfría. Al enfriarse, como estaba saturado a una temperatura mayor, ya no puede contener tanto vapor y éste se condensa sobre su nariz.

e) Si la temperatura ambiente es menor, el aire que ingresa está a baja temperatura y la presión de vapor saturado también es baja. Para saturarse a la temperatura corporal, hará falta que el organismo ceda más agua.

f) A mayores alturas, como la frecuencia respiratoria aumenta, se pierde más agua y por eso debe hidratarse.

g) Un valor fijo de presión de vapor presente diluye más una muestra de gas que está a menor presión absoluta que una que está a mayor presión absoluta. Por eso en la cima del monte Everest disminuye más la concentración del aire inspirado cuando recibe el vapor saturado a 6,3 kPa que a nivel del mar.

Unidad 2 Segunda parte
Fenómenos de Transporte

Difusión

1- Un recipiente con una solución de pepsina en agua de concentración 0,1 moles/litro se pone en contacto, mediante un tubo de 20 cm de longitud, con otro recipiente que contiene una solución más diluida de la misma sustancia. Ambas soluciones están a 20 ºC. La densidad de flujo difusivo inicial es 10^{-12} mol/(cm^{2}s).

Dato: El coeficiente de difusión de la pepsina en agua a 20 ºC es 9×10^{-11} m^2/s.

a) ¿Cuál es la concentración inicial aproximada de la solución de pepsina del segundo recipiente?

b) ¿Cambia ese valor al transcurrir el tiempo? ¿Por qué?

2- Una solución de concentración 5 M difunde hacia el interior de una célula donde la concentración es de 3 M. La membrana celular tiene un espesor de 8 nm (un nm equivale a 10^{-7} cm) y posee $2{,}5\times10^{10}$ poros cilíndricos por centímetro cuadrado. La densidad de flujo difusivo neta es $7{,}8\times10^{-6}$ mol.cm^{-2}s^{-1}. El coeficiente de difusión vale $D = 2{,}5\times10^{-5}$ cm^{2}s^{-1}.

¿Cuánto mide el radio de cada poro?

3- En las hojas de los vegetales hay pequeños poros llamados *estomas* que permiten, entre otras cosas, la difusión de vapor de agua hacia el exterior. Uno de esos poros tiene un diámetro de 22 μm y una longitud de 12 μm. La concentración del vapor de agua en el aire del interior de la hoja es de 17 g/m^3 y en el aire que rodea a la hoja es la mitad.

¿Qué masa de vapor de agua atraviesa el estoma en una hora?

Dato: el coeficiente de difusión del vapor de agua en el aire, a 20 ºC es 0,23 cm^2/s.

4- Un tubo de área transversal A y longitud L conecta dos compartimientos que contienen soluciones semejantes, aunque de concentraciones diferentes.

¿En cuál de los tubos de la siguiente lista será mayor el flujo difusivo?

	A (cm^2)	L (cm)
☐	4	4
☐	8	10
☐	3	5
☐	10	15
☐	5	2
☐	4	2

Ósmosis

5- Una membrana semipermeable separa dos soluciones acuosas. Para que exista una diferencia de presión osmótica entre ambas soluciones es necesario que:

☐ los volúmenes de las soluciones sean iguales.
☐ los volúmenes de las soluciones sean distintos.
☐ la molaridad de las soluciones sea igual.
☐ la molaridad de las soluciones sea distinta.
☐ la osmolaridad de las soluciones sea igual.
☐ la osmolaridad de las soluciones sea distinta.

6- ¿Cuál de las siguientes afirmaciones referidas a los fenómenos de transporte es correcta?

A. La evolución de un proceso difusivo permite disminuir el gradiente de concentración.
B. En un proceso de ósmosis el que atraviesa la membrana semipermeable es el soluto.
C. Para que se produzca la ósmosis inversa es imprescindible el aporte de energía al sistema desde el exterior.
D. Dos soluciones con solutos de la misma especie no pueden producir ósmosis.
E. Para que se produzca difusión es imprescindible tener una membrana semipermeable.

☐ únicamente la **A**. ☐ únicamente la **C**.
☐ únicamente la **E**. ☐ la **A** y la **C**.
☐ la **B** y la **D**. ☐ la **C** y la **E**.

7- La hemoglobina es una proteína de la sangre que puede considerarse como un soluto no disociable de masa molar $6{,}4\times10^4$ g/mol.

¿Cuál es el valor de la presión osmótica generada por la hemoglobina en una muestra de sangre de 100 ml que contiene 3,31 g de dicha proteína a una temperatura de 37 °C?

Dato: R = 0,082 l.atm /(mol K)

8- La concentración de glucosa (masa molar 180 g/mol) en el interior de una célula vegetal a 15 ºC es 4 g/l, mientras que en el tejido conductor vecino es 7 g/l. Entonces, la diferencia de presiones osmóticas entre las dos soluciones es aproximadamente:

☐ 147 kPa ☐ 94 kPa ☐ 40 kPa
☐ 2 kPa ☐ 40 Pa ☐ 2 Pa

9- Una bolsa hecha de membrana semipermeable contiene una solución compuesta por 2 moles de NaCl en un litro de agua. Se la sumerge en una solución de 30 moles de sacarosa en 10 litros de agua. ¿Qué ocurrirá?

☐ No habrá flujo neto de agua, sacarosa ni NaCl a través de la membrana.
☐ Ingresará sacarosa a la bolsa y saldrá NaCl al exterior.
☐ Se formará una solución de sacarosa y NaCl en la bolsa.
☐ Se formará una solución de sacarosa y NaCl fuera de la bolsa.
☐ La bolsa se arrugará debido a que sale agua de ella.
☐ La bolsa comenzará a hincharse por el flujo de agua que penetra en ella.

10- Algunas células están formadas por una membrana semipermeable flexible que contiene en su interior un fluido cuya concentración es 0,24 osmolar. Si una muestra de esas células se sumerge en una solución salina patrón, de volumen mucho mayor que las mismas, se puede observar al microscopio que las mismas aumentan su volumen en un 20% hasta alcanzar un estado de equilibrio, entonces:

- ☐ la solución patrón tiene una concentración menor a 0,24 osmolar.
- ☐ la solución patrón tiene una concentración igual a 0,24 osmolar.
- ☐ la concentración interna de las células en equilibrio es igual a 0,24 osmolar.
- ☐ la concentración interna de las células en equilibrio es nula.
- ☐ la solución patrón tiene una concentración en equilibrio nula.
- ☐ el volumen de la solución salina patrón se reduce en un 20% cuando se alcanza el equilibrio.

11- Las células vegetales poseen una membrana citoplasmática semipermeable (permeabilidad selectiva al agua). Se denomina *plasmólisis* al proceso de deshidratación y reducción de tamaño de las células vegetales. Para que ese fenómeno sea posible habría que sumergir una muestra de células vegetales en:

- ☐ un medio hipotónico para que se deshidrate por ósmosis directa.
- ☐ un medio hipertónico para que se deshidrate por ósmosis directa.
- ☐ un medio isotónico para que se deshidrate por ósmosis directa.
- ☐ agua destilada para que se deshidrate por ósmosis directa.
- ☐ agua destilada y aplicando una presión externa para que se deshidrate por ósmosis inversa.
- ☐ un medio isotónico y aplicando una presión externa para que se deshidrate por ósmosis inversa.

12- Una muestra de sangre se divide en dos porciones, una se vierte en una solución acuosa de NaCl (recipiente A) y se observa que los glóbulos rojos aumentan de volumen. La otra porción se vierte en una solución acuosa de NaCl (recipiente B) y se observa que los glóbulos rojos disminuyen de volumen. Si llamamos c_A, c_B y c_G a las concentraciones osmolares de la solución A, la solución B y de los glóbulos rojos, respectivamente, y asumimos que las paredes celulares de los glóbulos se comportan como una membrana semipermeable, se cumple que:

- ☐ $c_B = c_G$ y $c_A < c_B$
- ☐ $c_B = c_G$ y $c_A > c_B$
- ☐ $c_B > c_G$ y $c_A < c_B$
- ☐ $c_B > c_G$ y $c_A > c_B$
- ☐ $c_B < c_G$ y $c_A < c_B$
- ☐ $c_B < c_G$ y $c_A > c_B$

13- Un tubo horizontal cerrado en ambos extremos con un émbolo poroso semipermeable en el medio, se llena de agua en su totalidad.

Si en el compartimiento de la derecha se agrega NaCl, él embolo:

- ☐ se desplazará hacia la derecha hasta la mitad del compartimiento.
- ☐ oscilará.
- ☐ se desplazará hasta el extremo derecho.
- ☐ se quedará quieto.
- ☐ se desplazará hacia la izquierda hasta la mitad del compartimiento.
- ☐ se desplazará hasta el extremo izquierdo.

14- Dos soluciones diluidas, a 27 ºC, están separadas por una membrana fija semipermeable, siendo sus concentraciones 0,1 M de NaCl (derecha) y 0,1 M de CaF_2 (izquierda). El CaF_2 se ioniza completamente separándose en dos iones F y un ion Ca. Sobre los extremos de ambos se encuentran émbolos (sin rozamiento) de igual área sobre los que se aplican fuerzas F_1 y F_2 (según muestra la figura) que generan respectivas presiones p_1 y p_2.

$\vec{F_1}$ $\vec{F_2}$

¿Cuál es la única afirmación correcta?

- ☐ Si $p_1 = p_2$ fluye agua de izquierda a derecha.
- ☐ Si $p_1 < p_2$ fluye agua de izquierda a derecha.
- ☐ Si $p_2 = 2\ p_1$ no hay flujo neto de solvente.
- ☐ Si $p_1 = p_2$ fluye solvente de derecha a izquierda.
- ☐ Pasa solvente de izquierda a derecha solo si $p_2 = 2\ p_1$.
- ☐ Pasa solvente de derecha a izquierda solo si $p_1 < p_2$.

15- Si se considerara que el agua de mar es una solución acuosa 0,2 molar de ClNa a una temperatura de 20 °C, la energía mínima necesaria para potabilizar por ósmosis inversa 1000 litros de agua sería, aproximadamente:

- ☐ 270 Wh
- ☐ 135 kWh
- ☐ 27 kWh
- ☐ 1,4 Wh
- ☐ 2,7 kWh
- ☐ 14 Wh

Respuestas

Difusión

1-
a) 0,078 moles/litro
b) Sí. Aumenta con el tiempo. La consecuencia es que la densidad de flujo difusivo disminuye con el tiempo (existe una segunda ley de Fick que puede describir esta situación pero no será estudiada en este curso).

2- r_{poro} = 0,4 nm

3- $m_{vapor} = 2{,}23 \times 10^{-5}$ g

4- A = 5 cm^2; L = 2 cm.

Ósmosis

5- La osmolaridad de las soluciones sea distinta.

6- La A y la C.

7- π = 10 mmHg

8- $\Delta\pi$ = 40 kPa

9- La bolsa comenzará a hincharse por el flujo de agua que penetra en ella.

10- La solución patrón tiene una concentración menor a 0,24 osmolar.

11- Un medio hipertónico para que se deshidrate por ósmosis directa.

12- $c_B > c_G$ y $c_A < c_B$

13- Se desplazará hasta el extremo izquierdo

14-
Si $p_1 = p_2$ fluye solvente de derecha a izquierda

15- 270 Wh

DENSIDADES (a 1 atm de presión)

Sangre (37°C)	$1{,}0595 \times 10^3$ kg / m^3
Agua de mar (15°C)	$1{,}025 \times 10^3$ kg / m^3
Agua pura (0°C)	$1{,}000 \times 10^3$ kg / m^3
Aire (100°C)	0,95 kg / m^3
Aire (20°C)	1,20 kg / m^3
Aire (0°C)	1,29 kg / m^3
Cobre (20°C)	$8{,}5 \times 10^3$ kg / m^3
Hielo (0°C)	$0{,}917 \times 10^3$ kg / m^3
Hierro (20°C)	$7{,}8 \times 10^3$ kg / m^3
Mercurio (0°C)	$13{,}6 \times 10^3$ kg / m^3
Plasma sanguíneo (37°C)	$1{,}030 \times 10^3$ kg / m^3
Plomo (20°C)	$11{,}3 \times 10^3$ kg / m^3

EQUIVALENCIAS Y DEFINICIONES

Magnitud	**equivalencia o definición de unidades**
Calor-trabajo	caloría (cal) = 4,187 J
Energía	Kilowatt-hora (kWh) = $3{,}6 \times 10^6$ J
Energía	electrón-volt (eV) = $1{,}6 \times 10^{-19}$ J
Potencia	Caballo vapor (CV) = 735 W
Potencia	Caballo de fuerza (HP) = 746 W

ALGUNOS DATOS DE LA TIERRA Y SU ATMÓSFERA

Radio de la Tierra (medio)	$6,371 \times 10^{6}$ m
Abundancia del dióxido de carbono en la atmósfera	0,03 % (V/V)
Abundancia del nitrógeno en la atmósfera	78,09 % (V/V)
Abundancia del oxígeno en la atmósfera	20,95 % (V/V)
Aceleración de la gravedad (normal)	9,80665 m/s^2
Presión atmosférica a 10 km de altura	$2,8 \times 10^{4}$ Pa
Presión atmosférica normal (1 atm)	760 torr
Presión atmosférica normal (1 atm)	$1,013 \times 10^{5}$ Pa

VALORES TIPICOS DE VISCOSIDAD

Sangre (37ºC)	$2,084 \times 10^{-3}$ Pa.s
Agua (20ºC)	$1,005 \times 10^{-3}$ Pa.s
Plasma sanguíneo (37ºC)	$1,257 \times 10^{-3}$ Pa.s
Aire (20ºC)	$1,81 \times 10^{-5}$ Pa.s
Aire (37ºC)	$1,87 \times 10^{-5}$ Pa.s
Agua (40ºC)	$0,656 \times 10^{-3}$ Pa.s
Etanol (20ºC)	$0,367 \times 10^{-3}$ Pa.s
Aceite de ricino (20ºC)	$9,86 \times 10^{-3}$ Pa.s
Glicerina (20ºC)	$8,33 \times 10^{-3}$ Pa.s

DATOS DE GRUPOS PROTEÍNICOS EN PLASMA SANGUÍNEO

Concentración de la albúmina en el plasma sanguíneo	45 g / l
Concentración de la glucosa en el plasma sanguíneo	80 mg / l
Concentración de globulina en el plasma sanguíneo	20 g / l
Masa molecular de la albúmina	75 000 kg / kmol
Masa molecular de la globulina	170 000 kg / kmol

PROPIEDADES DE UN ADULTO TÍPICO Y OTROS DATOS

Caudal del corazón en reposo	$9,7 \times 10^{-5}$ m^3/seg
Densidad de la sangre	$1,0595 \times 10^3$ kg / m^3
Porcentaje de contenido de agua en un hombre medio (70 kg)	60 %
Presión media en la grandes arterias	12,8 kPa
Presión media en las grandes venas	1,07 kPa
Presión vapor de agua saturado a 37º C	47 mm Hg
Superficie de un hombre medio (70 kg)	1,8 m^2
Tasa metabólica basal	1,1 W / kg
Tiempo necesario para circulación completa	54 segundos
Viscosidad de la sangre	$2,084 \times 10^{-3}$ Pa.s
Volumen de sangre	5,2 litros

Constante universal de los gases	**R**	8,314 J / mol.K= 0,08207 l.atm /K.mol

AGUA LÍQUIDA Y VAPOR DE AGUA PROPIEDADES DE SATURACIÓN			
t (^oC)	p_s (kPa)	v_s(líquido) (m^3/kg)	v_s(vapor) (m^3/kg)
0.01	0,612	1×10^{-3}	206
5	0,871	1×10^{-3}	147,3
10	1,226	1×10^{-3}	106,5
15	1,70	$1{,}001 \times 10^{-3}$	78,05
20	2,33	$1{,}002 \times 10^{-3}$	57,86
25	3,17	$1{,}003 \times 10^{-3}$	43,39
30	4,24	$1{,}004 \times 10^{-3}$	32,91
35	5,62	$1{,}006 \times 10^{-3}$	25,22
40	7,38	$1{,}008 \times 10^{-3}$	19,53
45	9,59	$1{,}010 \times 10^{-3}$	15,26
50	12,35	$1{,}012 \times 10^{-3}$	12,03
55	15,76	$1{,}015 \times 10^{-3}$	9,565
60	19,94	$1{,}017 \times 10^{-3}$	7,669
65	25,03	$1{,}020 \times 10^{-3}$	6,196
70	31,18	$1{,}023 \times 10^{-3}$	5,042
75	38,55	$1{,}026 \times 10^{-3}$	4,133
80	47,35	$1{,}029 \times 10^{-3}$	3,409
85	57,77	$1{,}032 \times 10^{-3}$	2,830
90	70,04	$1{,}036 \times 10^{-3}$	2,363
95	84,42	$1{,}040 \times 10^{-3}$	1,985
100	101,3	$1{,}043 \times 10^{-3}$	1,673
105	120,8	$1{,}047 \times 10^{-3}$	1,419
110	143,3	$1{,}052 \times 10^{-3}$	1,210

COMPOSICIÓN DEL GAS RESPIRATORIO A PRESIÓN ATMOSFÉRICA ESTÁNDAR

	Gas inspirado		**Gas espirado**		**Aire alveolar**	
Gas	**%Volumen**	**p parcial (mm Hg)**	**%Volumen**	**p parcial (mm Hg)**	**%Volumen**	**p parcial (mm Hg)**
O_2	20,71	157	14,6	111	13,2	100
CO_2	0,04	0,3	4,0	30	5,3	40
H_2O	1,25	9,5	5,9	45	5,9	45
N_2	78,00	593	75,5	574	75,6	574

Fuente: CURTIS, H, BARNES, N; *Biología*; Ed Panamericana, 5ta Ed, 1989, pag 755.

MÚLTIPLOS Y SUBMÚLTIPLOS

Prefijo	**símbolo**	**Potencia de 10**	**Prefijo**	**símbolo**	**Potencia de 10**
Ato	a	10^{-18}	Deca	da	10
Femto	f	10^{-15}	Hecto	h	10^{2}
Pico	p	10^{-12}	kilo	k	10^{3}
Nano	n	10^{-9}	mega	M	10^{6}
Micro	μ	10^{-6}	giga	G	10^{9}
Mili	m	10^{-3}	tera	T	10^{12}
Centi	c	10^{-2}	peta	P	10^{15}
Deci	d	10^{-1}	exa	E	10^{18}